

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

PEDRO MARÍN FERRER

SANTIAGO SURINACH I CORNET

DIRECCIÓN

CONTENIDO

Prólogo.....	3
Resumen.....	4
Introducción.....	4
Descripción del proyecto.....	5
Realización.....	7
Base de datos interactiva de consulta.....	9
Energía mecánica.....	11
Moles y disoluciones.....	11
Termodinámica.....	12
Leyes de Newton.....	13
Cálculo de fuerzas.....	13
Electricidad básica.....	14
Física general.....	15
Conductividad.....	17
Simquest. Simulación con software propio.....	18
Cómo sería.....	19
Prácticas de laboratorio en asignatura virtual.....	22
El ensayo Charpy.....	25
El ensayo Charpy “virtual”.....	28
El ensayo de tracción.....	42
El ensayo de tracción “virtual”.....	45
El ensayo de dureza.....	62
El ensayo de dureza “virtual”.....	66
Influencia de los tratamientos térmicos en la dureza y otras propiedades de los aceros	73
Cómo sería.....	81
Consideraciones finales.....	84
Bibliografía y recursos.....	85
ANEXO	
Certificado del Director del Proyecto.....	86

PRÓLOGO

En la era de la "realidad virtual", la palabra simulación está a la orden del día y en boca de todos. Las nuevas tecnologías nos permiten recrear escenarios, y de esa manera, simular la realidad, ya sea para representar aquello que no está presente o bien, para proyectar cómo podría ser algo que todavía no es. A las organizaciones no sólo le llegan exigencias para la formación de sus profesionales, también llegan nuevos medios para facilitar y optimizar ese proceso de formación, y las simulaciones son uno de ellos.

Simular significa dar apariencia a una cosa de otra. Según la Real Academia Española, simular significa "Representar algo, fingiendo o imitando lo que no es". La etimología de la palabra simulación se deriva del latín *simulatio*, cuyo significado es la acción de fingir o imitar lo que no se es. La simulación como acto de representación existe desde tiempos remotos y no sólo, como parte de la vida humana. Cuando un animal cambia su apariencia, se camufla, y logra permanecer indistinguible del entorno que lo rodea, está simulando. Cuando una empresa organiza a sus empleados para que realicen una evacuación de edificio, como representación de una posible emergencia, con la intención de disponer a la gente para que esté preparada en el caso de que suceda realmente, están simulando. Cuando hacemos un roll play como actividad de una jornada de capacitación, estamos invitando a los asistentes a simular. Cuando diseñamos una experiencia virtual a través de la cual los usuarios experimentarán la toma de decisiones, estamos ante una simulación computarizada o software de simulación.

La simulación como entorno virtual ofrece, sin mediadores, una percepción del mundo y consigue una implicación empática total con un mundo creado, de allí su impacto en los procesos de formación actuales.

En el campo de la formación/capacitación en organizaciones, el uso de las simulaciones está cada vez más difundido. Y el e-Learning es el medio por excelencia para lograr aprendizaje a través de la recreación, lo más verosímil posible, de situaciones de la vida real, aplicables a cualquier área del saber. Sin embargo, es posible distinguir las simulaciones de otro tipo de recursos virtuales, también aplicados a la formación.

La simulación se utiliza como un método de análisis. Implica la **generación de un modelo artificial que representa un sistema del mundo real**. La observación del comportamiento de una simulación nos permite realizar inferencias referentes a las características del funcionamiento del sistema verdadero.

La simulación es una metodología para la solución de problemas imprescindible para resolver muchos desafíos del mundo real. Habitualmente se escucha en el mundo del e-Learning que se han desarrollado simulaciones para la formación. Sin embargo, no todas las experiencias virtuales que se ofrecen al usuario bajo el nombre de simulación lo son.

Las demostraciones virtuales tienen como objetivo exponer un contenido o explicación de manera demostrativa mediante recursos visuales sin participación activa del usuario.

RESUMEN

El presente trabajo describe la planificación y posterior puesta en marcha de distintos mecanismos para la realización de prácticas de simulación con ordenador a modo de **asignatura virtual**. Los contenidos pertenecen a distintas áreas de conocimiento del plan de estudios relativo a la Ingeniería de Materiales.

Primeramente se hace un análisis de las causas que motivaron la realización del mismo, así como de las posibilidades y necesidad de utilización de los Laboratorios Virtuales en la enseñanza contemporánea. Posteriormente se presenta el sistema desarrollado, sus características y posibilidades de utilización

El objetivo del trabajo es doble: por un lado, crear una base de datos interactiva de consulta con la finalidad de que el alumno pueda asentar conceptos clave necesarios para cursar la titulación con éxito; por otro, crear un servidor de prácticas de simulación por computador haciendo uso de la World Wide Web y que permita a los alumnos acceder a las prácticas de forma remota, con las múltiples ventajas, tanto educativas como económicas, que ello supondría.

INTRODUCCIÓN

La incorporación de las Nuevas Tecnologías de la Formación en el ámbito científico-tecnológico se centra, de forma casi exclusiva, en la utilización del ordenador personal como herramienta de cálculo orientada a la simulación y modelización de fenómenos físicos o de instalaciones industriales. El desarrollo actual de la informática, en hardware, software y comunicaciones, permite ampliar el espectro de uso de los ordenadores incorporándolos de forma efectiva en los procesos educativos como un recurso didáctico más. En esta línea, fomentando el trabajo autónomo por parte del alumno y tratando de optimizar la utilización de los recursos informáticos en los centros, se desarrolla un conjunto de programas interactivos de simulación y un sistema de gestión que permite efectuar el control de los usuarios en distintos entornos de trabajo.

Considerando la tendencia de los nuevos planes de estudio de Ingeniería de 1994 que trata de fomentar el trabajo personal del alumno en detrimento de las horas de exposición teórica en el aula, se busca una distribución uniforme del tiempo que el alumno dedica a la asignatura y se trata de flexibilizar el horario de prácticas evitando la saturación en determinados períodos lectivos por el solapamiento con otras asignaturas.

En el informe “El derecho a comunicar: ¿cuál es su precio?” desarrollado por la UNESCO conjuntamente con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en el año 1995 se plantea:

“Todos conocemos los numerosos problemas con que se enfrentan las escuelas formales en nuestros días. Por un lado, se topan con dificultades como el bajo número de docentes cualificados y al gran número de alumnos por clase; la inaccesibilidad e inflexibilidad de las escuelas y universidades; los planes de estudio y métodos de aprendizaje obsoletos e inadecuados; y la escasez de material didáctico de calidad.”

En las universidades de España esta problemática no es ajena, fundamentalmente en lo concerniente a la “escasez de material didáctico de calidad”. Esto se refleja

directamente en la imposibilidad para la realización de los laboratorios en las disciplinas de las especialidades técnicas.

Por lo antes expuesto, es necesario buscar soluciones que garanticen, al menos, un cumplimiento aceptable de los objetivos fundamentales de los Planes de Estudio en lo concerniente a la adquisición de conocimientos y habilidades mediante el desarrollo de laboratorios. En ese sentido, en el informe mencionado anteriormente se propone:

“La solución radica fundamentalmente en los ámbitos orgánico, pedagógico y cultural, aunque las tecnologías de la informatización y la comunicación pueden mejorar de manera considerable la situación si se aplican correctamente. Los nuevos conceptos de conectividad en línea, entornos virtuales y metodologías de trabajo en grupo pueden contribuir a crear una tradición de aprendizaje permanente.

Actualmente los sistemas multimedia tienden a combinar texto, datos, sonido, todo tipo de imágenes (trama simple, vídeo, tres dimensiones) e incluso el tacto y otros sentidos (realidad virtual). Aunque los multimedia han producido resultados satisfactorios principalmente en los ámbitos del esparcimiento y de la formación muy especializada (por ejemplo, simuladores de vuelo) pueden aportar una contribución de gran valor a la educación "tradicional" siempre que surjan nuevos métodos para diseñar, desarrollar y financiar estas aplicaciones.”

La Informática Educativa tiene un gran auge en el mundo actual, prueba de esto es la gran cantidad de Proyectos de Investigación que se desarrollan sobre esta temática, fundamentalmente, en países con alto desarrollo. Para las Universidades de España, más que una posibilidad, es una necesidad el desarrollo de Sistemas Virtuales con vistas a mejorar la calidad de la docencia que se imparte en ellas.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Durante los últimos cursos académicos, y a través del entorno conocido por Campus Virtual, se trabaja en la incorporación de diversos programas empleados como recursos didácticos.

El objetivo último del presente trabajo consiste en el desarrollo y la adaptación del software existente para permitir a los alumnos un acceso remoto desde distintas salas de usuarios del centro o desde sus propios domicilios, a una asignatura virtual.

Esta nueva asignatura virtual, enmarcada en el entorno Campus Virtual, no es más que una matriz de hipervínculos a distintas Web de la WWW que, en conjunto, ayude en la formación técnica del futuro alumno de Ingeniería de Materiales a través de una serie de experimentos y applets que sirvan para consolidar y/o refrescar conceptos clave en el plan de estudios de la titulación, así como alternativa a algunas de las sesiones prácticas que actualmente se realizan en los laboratorios de la ETSE.

La incorporación del ordenador en la secuencia de instrucción se plantea en distintas fases que tienden a una mayor integración y a posibilitar un uso remoto de los programas empleados:

Primera fase: Utilización del ordenador personal para la realización de prácticas mediante simulación.

- Equipamiento: El alumno dispone de un ordenador con conexión a Internet para poder establecer comunicación remota con Campus Virtual desde la propia Web de la UAB
- Desarrollo de la sesión: Para comenzar la sesión el alumno debe introducir un nombre de usuario y una clave que le dará acceso restringido a los programas del ordenador. Al inicio de la sesión, una vez dentro del entorno de Campus Virtual, un menú estructurado por conceptos clave permite al alumno conectar con la Web que le interese en ese momento.
- Ventajas: Las asociadas a la incorporación del ordenador en las secuencias de instrucción y la autonomía que ofrece el sistema.

Segunda fase: Se incorporan programas que permiten la tutela de forma remota.

- Equipamiento: Al equipamiento anterior se le añade un conjunto de utilidades que permiten:
- Tutorización: On-line, mediante texto o voz, off-line, a través del correo electrónico y la posibilidad de videoconferencia.
- Control: Visualización de la pantalla del usuario y la posibilidad de tomar el control remoto de su ordenador.
- Desarrollo de la sesión: El alumno consulta la Web que le interesa y realiza el ejercicio propuesto para trabajar ese concepto técnico en concreto. Si surge alguna duda, tiene la opción de comunicarse con el tutor vía mensaje de texto o vía mail. El profesor luego tutela su desarrollo de forma presencial (mediante cita previa) o de forma remota, desde su propio ordenador, pudiendo detectar y subsanar los problemas de los alumnos sin desplazarse.
- Ventajas: Se facilita el mantenimiento y la labor de gestión de usuarios. Se elimina la necesidad de la presencia física del profesor en la sala pudiendo hacerse cargo de la ejecución y supervisión desde otro lugar.

Tercera fase: Se incorpora la filosofía cliente-servidor y se conecta un servidor con los programas necesarios a la red Internet. Se adaptan los programas a este mecanismo de funcionamiento.

- Equipamiento: El alumno dispone de un ordenador, conectado a la red Internet, y un conjunto de utilidades asociadas al Navegador que permiten:
- Tutorización: On-line, mediante texto o voz, off-line, a través del correo electrónico y la posibilidad de videoconferencia.

- Control: Visualización de la pantalla del usuario y la posibilidad de tomar el control remoto de su ordenador.
- Desarrollo de la sesión: Para comenzar la sesión el alumno se conecta a un nodo Web en el que debe introducir un nombre de usuario y una clave que le dará un acceso restringido a los programas del servidor. El resto del funcionamiento es idéntico al de la fase dos.
- Ventajas: Se facilita el mantenimiento y la labor de gestión de usuarios. Se elimina la necesidad de presencia física del profesor pudiendo hacerse cargo de la ejecución y supervisión desde otro lugar. Se puede rellenar el guión de forma interactiva conforme se realiza la práctica y al final se recoge en el servidor de forma automática para cada alumno. Aumenta el parque de ordenadores disponibles puesto que se puede hacer uso de distintas plataformas, si el software de simulación lo permite. También es posible realizar las prácticas fuera del espacio del Centro.
- Inconvenientes: Aumenta la dificultad en el proceso de desarrollo del software.

Perspectivas futuras: Teniendo en cuenta el rápido desarrollo de la informática y de las comunicaciones es previsible que se disponga pronto de programas que permitan realizar entornos tridimensionales virtuales basados en VRML para la simulación de máquinas e instalaciones de laboratorio.

REALIZACIÓN

La primera fase y parte de la segunda consiste en un sistema que ya se encuentra operativo actualmente en la Web de la UAB, y que sería el entorno de Campus Virtual y, más en concreto, el apartado de Coordinación de Ingeniería. Este entorno virtual ya cuenta con un servidor de correo electrónico que permite facilitar a los alumnos una dirección de correo para la realización de consultas al profesor.

En la tercera fase y con la perspectiva de la utilización de la red Internet mediante un servidor WWW se trata de enlazar el entorno de Coordinación de Ingeniería con la WWW a través de un sencillo hipervínculo.

Algunos de estos hipervínculos contienen, a su vez, software propio de simulación que el alumno puede descargar de forma local a su ordenador para visualizar simulaciones e incluso para realizar prácticas.

Desarrollo

En la bibliografía especializada se da la siguiente definición:
"También emplearemos el término "Laboratorio Virtual" para designar aquellos laboratorios que sólo existen en forma de aplicaciones de ordenador (productos de software) y que se diferencian sustancialmente de los laboratorios reales, con la única

excepción que los objetivos que pretendemos lograr en muchas ocasiones coinciden con los que persiguen estos últimos y además, simulan y modelan los equipos utilizados en los mismos, tanto por su forma como por su funcionamiento”.

También se hace una clasificación de los laboratorios, partiendo de su relación con el uso de la computación:

- Laboratorios reales sin computadoras.
- Laboratorios reales asistidos por computadoras.
- Laboratorios reales con adquisición automática de datos y procesamiento computacional.
- Laboratorios reales con manipulaciones automáticas o manuales a distancia, a través de redes locales o globales.
- Laboratorios virtuales utilizando técnicas de realidad virtual.
- Laboratorios virtuales con prácticas simuladas mediante computadoras.

Dada la situación real de muchas de las universidades en España, se considera que la última variante es la que puede dar la solución más económica a la problemática de la carencia de recursos para la realización de los laboratorios en las especialidades técnicas como la titulación de Ingeniería de Materiales.

Este tipo de laboratorio parte del concepto de que no existe el laboratorio real, solo existirá el software que permitirá simular la práctica en la computadora, por lo que disponiendo del número mínimo de computadoras (situación que está garantizada en la mayoría de las universidades), se puede dar en muchos casos cumplimiento a los objetivos previstos.

Laboratorios Virtuales para la Resistencia de Materiales

Para comenzar la realización de los laboratorios virtuales en la disciplina Resistencia de Materiales se tomaron tres temas que son fundamentales, tanto para las asignaturas que la conforman como para otras afines. Estos temas son:

- Tracción
- Torsión
- Dureza

Estos ensayos son los más utilizados para la caracterización de los metales, no solo por la relativa sencillez al compararlo con otros ensayos destructivos que se realizan, sino por la gran información sobre las propiedades mecánicas que brinda. Al realizar estos ensayos se puede conocer:

- Tensiones normal y tangencial de Proporcionalidad.
- Tensiones normal y tangencial de Fluencia (en caso de ser metales con comportamiento dúctil).
- Tensiones normal y tangencial última.
- Tensiones normal y tangencial de rotura.
- Módulos de elasticidad de Primer y Segundo orden (E y G).
- Carga crítica.

Veamos en primer lugar cuál podría ser el contenido de la base de datos interactiva, primer objetivo del presente estudio.

1. BASE DE DATOS INTERACTIVA DE CONSULTA

Como se ha escrito antes, uno de los dos objetivos que persigue este trabajo es el de crear una base de datos interactiva de consulta con la finalidad de que el alumno pueda asentar conceptos clave necesarios para cursar la titulación con éxito.

Aunque pueda resultar obvio, algunas veces ocurre que muchos conceptos básicos para cursar la titulación que el profesorado da por sabidos, no están lo suficientemente claros cuando el alumno empieza con el temario de Ingeniería de materiales. Tal vez porque se trata de una titulación de segundo ciclo y las ramas, a través de las cuales cada alumno accede, son generalmente muy diversas; también porque el alumno llevaba, en algunos casos, dos o tres años sin una rutina académica. Lo cierto es que el primer curso se afronta generalmente con una serie de dudas y/o lagunas que son convenientes refrescar antes de empezar con el temario propio de la titulación.

En realidad, bien sea por falta de tiempo, por tener exceso de confianza en uno mismo, o simplemente porque a veces resulta engorroso hacerse con la bibliografía necesaria para la consulta, lo cierto es que no se hace el esfuerzo de asentar nuevamente estos conceptos y las complicaciones empiezan a llegar a medida que se va avanzando en el temario.

Y es precisamente aquí donde nace la necesidad de cumplir el primer objetivo de este estudio, que no es otro que el de posibilitar al alumno uno de los recursos que actualmente ofrece Internet, que es el acceso a algunas páginas Web que contienen simulaciones virtuales y ejercicios interactivos que el alumno puede consultar a través de un simple “clic”.

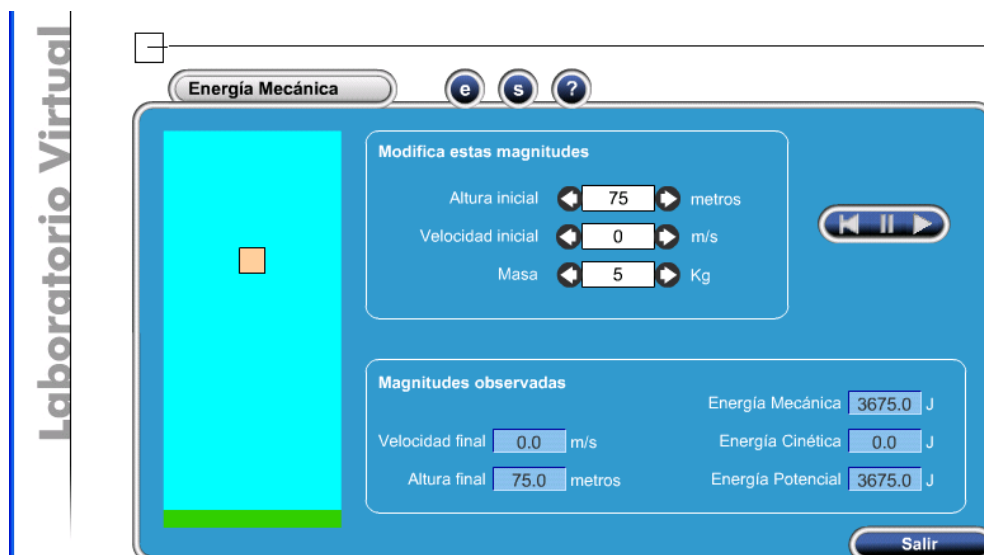
Después de un trabajo exhaustivo de consulta de múltiples y muy diferentes Web que ofrecen este tipo de “servicio” basado en la simulación virtual, se concluye que una de las Web que mejor enfoque proporciona sobre el tema es el Laboratorio Virtual de Ibercaja. En él, el alumno puede realizar las consultas sobre los conceptos que él necesita refrescar de un modo ágil, eficaz, cómodo e incluso ameno.

A continuación se muestran algunas capturas de pantalla de las simulaciones que ofrece este “laboratorio virtual”, clasificadas según la temática:

Energía mecánica

<http://www.ibercajalav.net/curso.php?fcurso=32&fpassword=lav&fnombre=1417576>

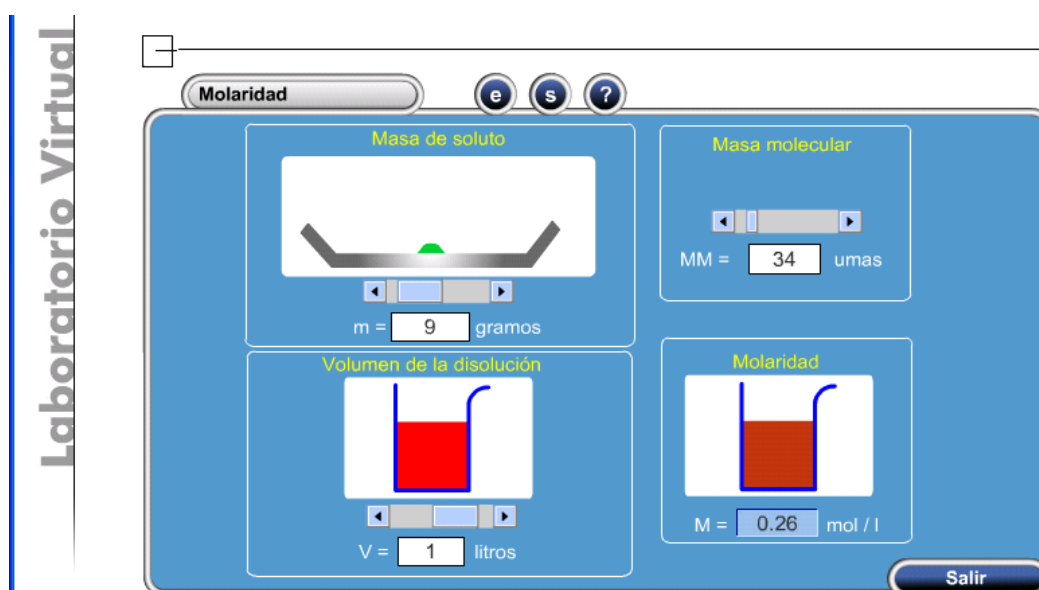
En estos ejercicios el alumno puede cambiar el valor de la masa y la velocidad del objeto, así como la gravedad del planeta, para comprobar cómo influyen estos valores en la energía cinética del cuerpo



Moles y disoluciones

<http://www.ibercajalav.net/curso.php?fcurso=24&fpassword=lav&fnombre=1417583>

En esta sección el alumno puede modificar los parámetros de masa, volumen y masa molecular para comprobar su influencia en la molaridad.



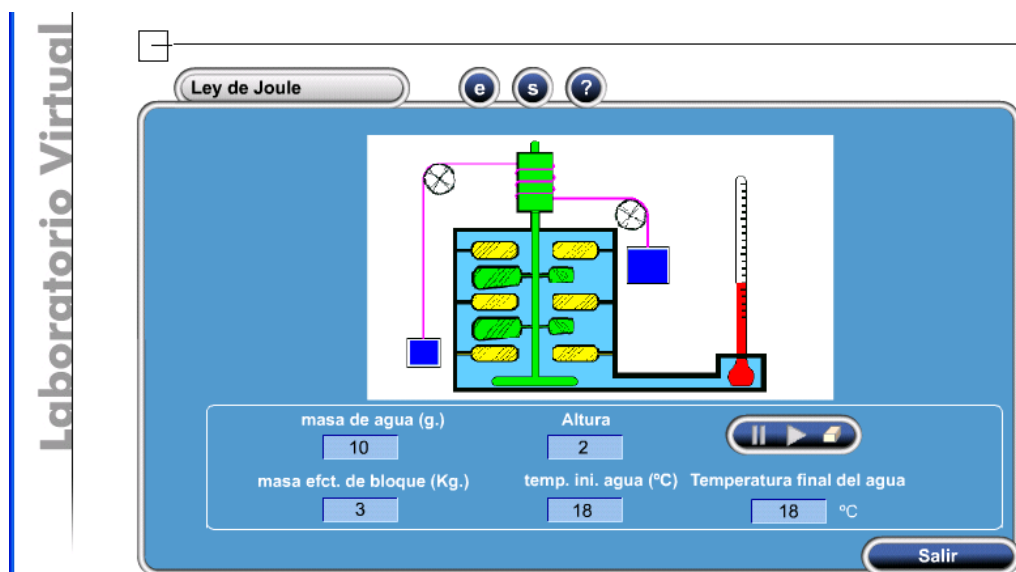
Termodinámica

<http://www.ibercajalav.net/curso.php?fcurso=27&fpassword=lav&fnombre=1417581>

En esta sección se pueden realizar simulaciones para refrescar la Ley de Joule, la Teoría cinética de gases, el Primer Principio y el Segundo Principio de la Termodinámica.

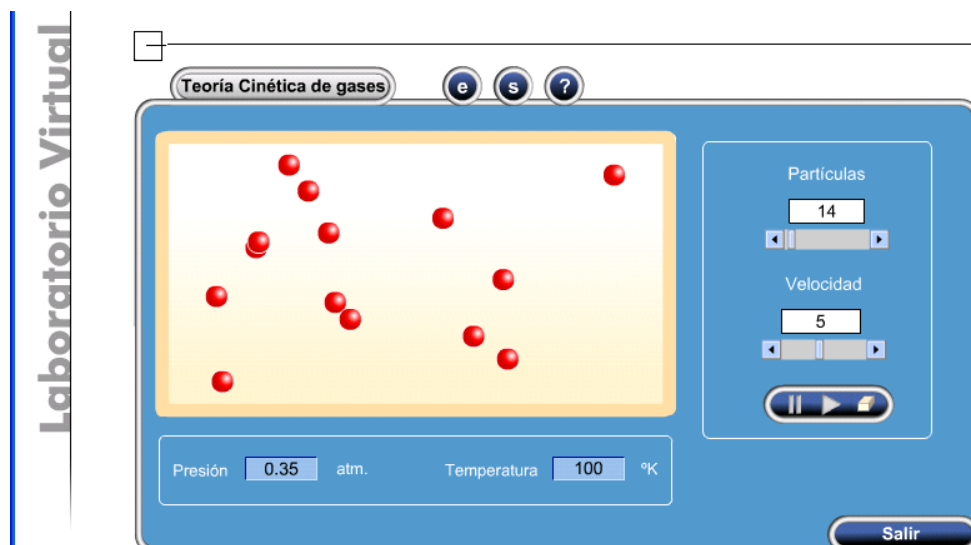
Ley de Joule

En esta simulación sobre la Ley de Joule se puede calcular el trabajo realizado por la masa efectiva a expensas de la energía potencial.



Teoría cinética de gases

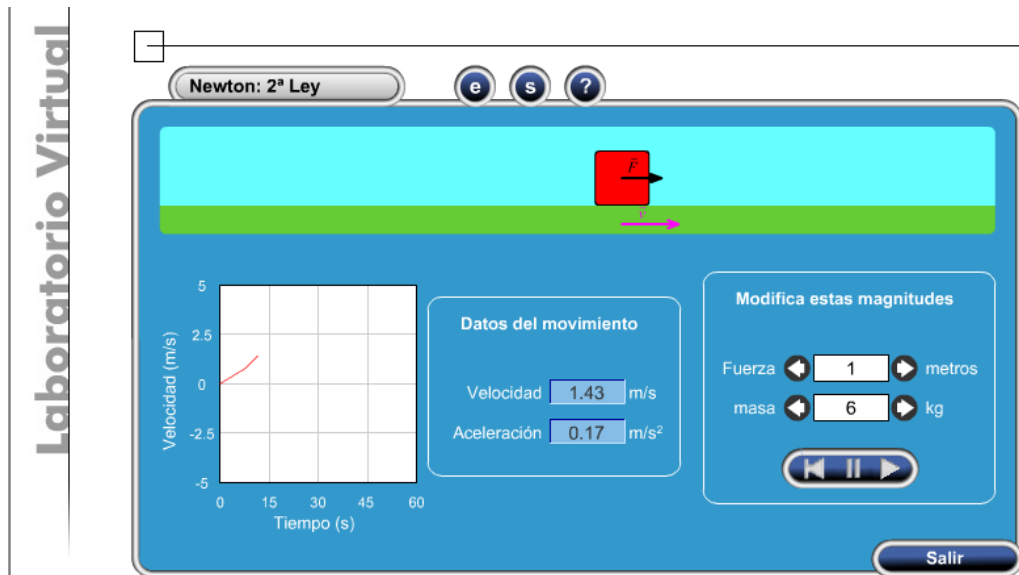
En esta otra, el alumno puede comprobar la relación entre la presión del gas del recipiente y el número de partículas que lo constituyen, así como la influencia de T y la velocidad de las partículas



Leyes de Newton

<http://www.ibercajalav.net/curso.php?fcurso=17&fpassword=lav&fnombre=1417580>

Aquí el alumno puede refrescar a partir de diversas simulaciones que él mismo puede parametrizar, en qué consisten las 3 leyes de Newton y cómo se calcula y función la fricción.



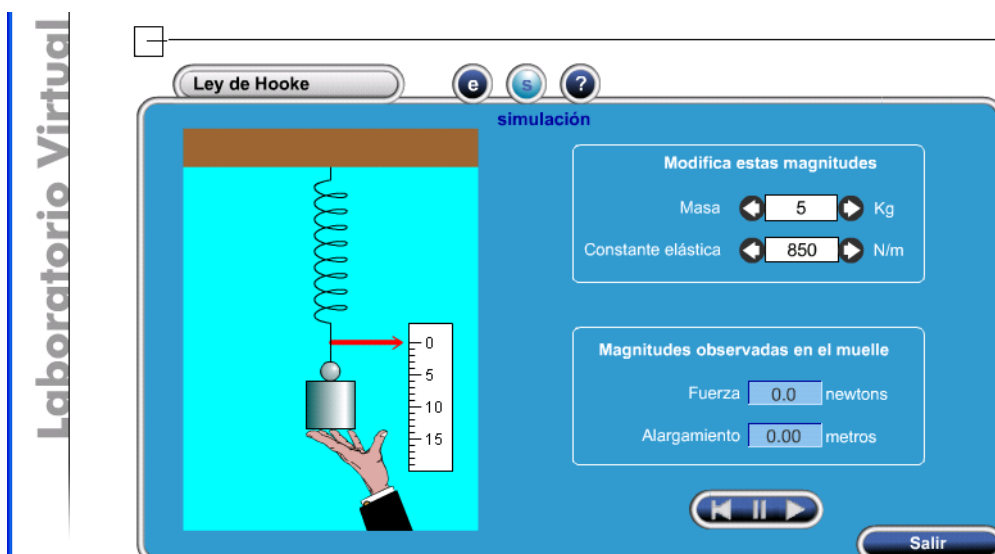
Esta captura de pantalla ilustra la simulación que representa la Segunda Ley de Newton, en que puede comprobarse cómo afectan la fuerza y el valor de la masa en la velocidad y aceleración del objeto.

Cálculo de fuerzas

<http://www.ibercajalav.net/curso.php?fcurso=30&fpassword=lav&fnombre=1417579>

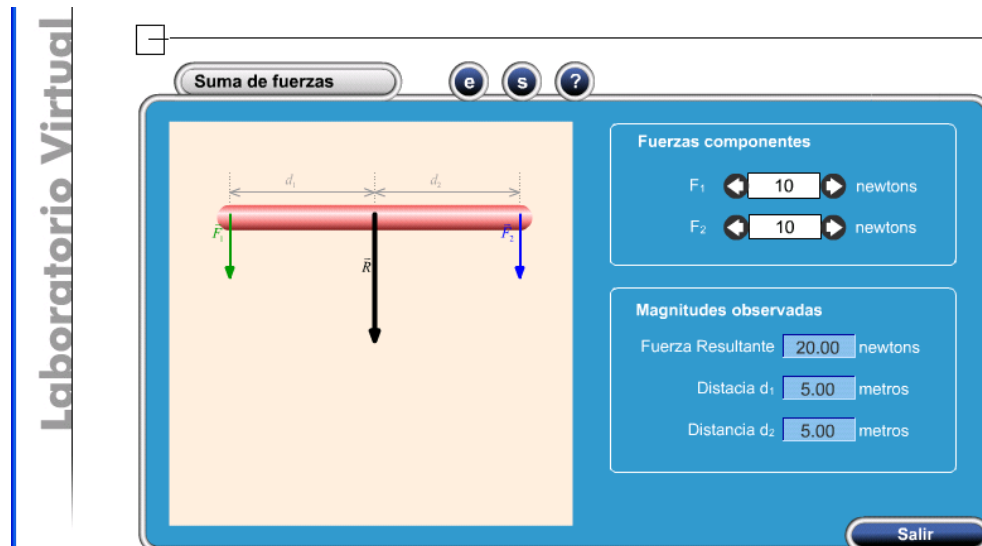
Ley de Hooke

En la simulación el alumno puede variar la masa que cuelga y el valor de la constante del muelle, para comprobar cómo varía la fuerza aplicada y el alargamiento que padece el muelle



Suma de fuerzas

En esta captura se muestra una simulación en la que el usuario puede recordar qué ocurre con la fuerza resultante de dos fuerzas que actúan en una barra situadas a una distancia d_1 y d_2 determinadas. Además, el alumno puede realizar algunos ejercicios interactivos con respuesta inmediata para asegurarse de que ha refrescado lo suficiente el concepto en sí.

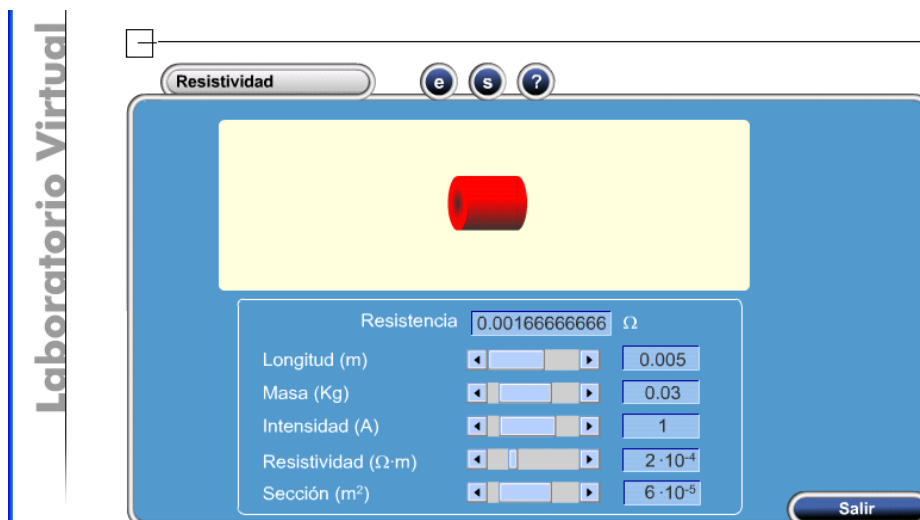


Electricidad básica

<http://www.ibercajalav.net/curso.php?curso=21&fpassword=lav&fnombre=1417574>

Es un enlace a través del cual el alumno accede a un bloque llamado Electricidad básica, en el que pueden trabajarse conceptos como la resistividad, la intensidad, la Ley de Ohm y la Energía eléctrica. Estos cuatro conceptos, por ejemplo, será fundamental tenerlos claros a la hora de afrontar asignaturas como Propiedades mecánicas de los materiales, Comportamiento electrónico y térmico de los materiales, Laboratorio de tecnología de los materiales o Instrumentación,

La siguiente captura muestra una de las muchas simulaciones que contiene este apartado, en la cual el alumno puede comprobar la variación de la resistencia de un material en función de magnitudes como la longitud, la masa o la sección del objeto.

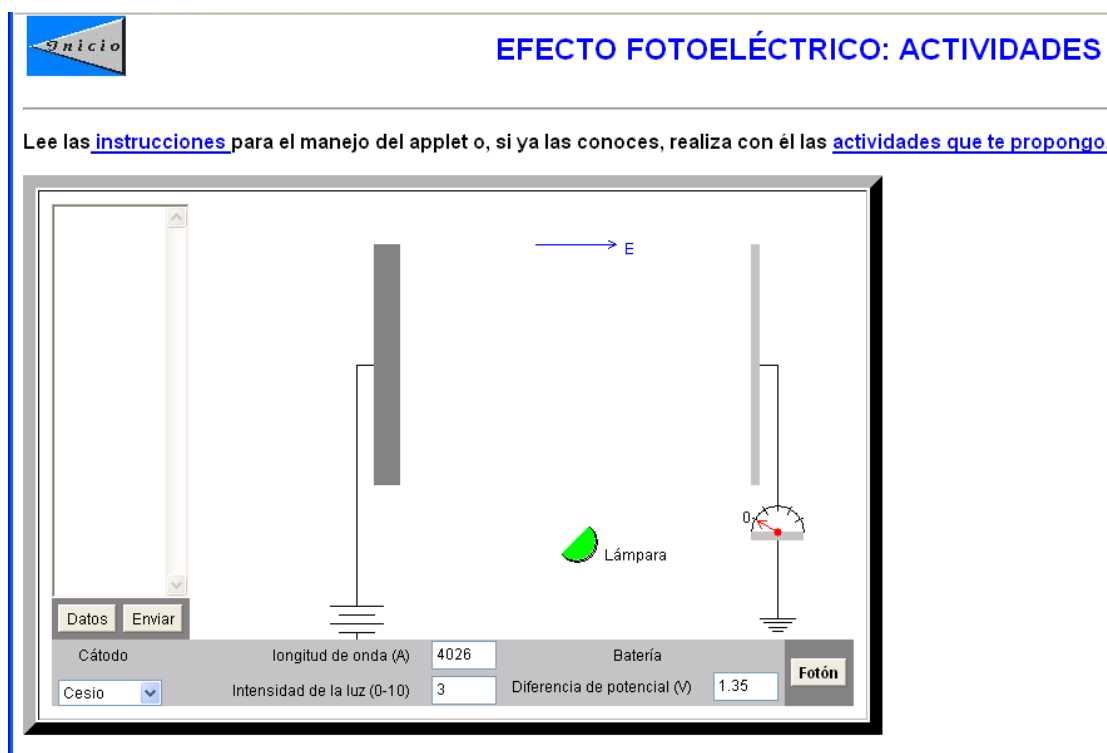


Como complemento al "laboratorio virtual" descrito, se ha incluido como parte de esta base de datos interactiva un enlace a la Web "Física Interactiva". La página propone una serie de temas con actividades prácticas con el propósito de que sean realizadas utilizando algunos applets (pequeñas programas interactivos), que permiten la interactividad con las animaciones. En cada actividad el alumno podrá encontrar una explicación de su funcionamiento, un poco de teoría sobre el tema que se trata en él y una propuesta de actividades para realizar con el applet. Por supuesto, la animación permite ser manipulada al antojo de cada alumno y ser sometida a todas las variaciones que se les ocurran.

A continuación se muestran algunas capturas de pantalla de la Web, cuyo contenido podría ser enmarcado en un solo bloque llamado Física General:

Física general

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Fisica_interactiva.htm



En este applet el alumno puede manejar los siguientes parámetros: intensidad de la luz (I = intensidad luminosa w/m^2), longitud de onda de la luz (en Angstroms, \AA), diferencia de potencial (voltios), intensidad de corriente en el circuito externo " i " (amperios).

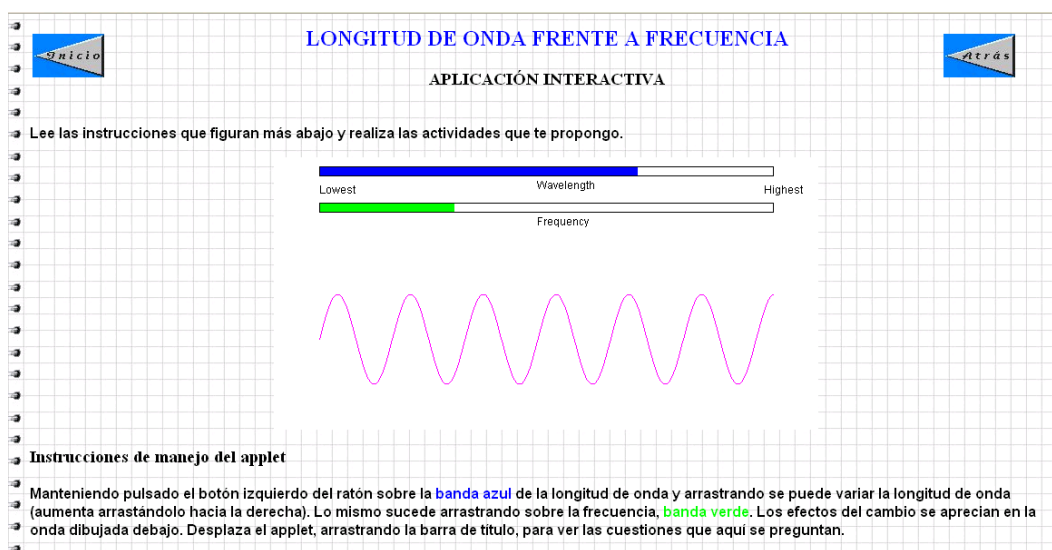
La zona metálica donde se produce la extracción está conectada a un potencial positivo que el usuario puede aumentar para frenar los electrones salientes.

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

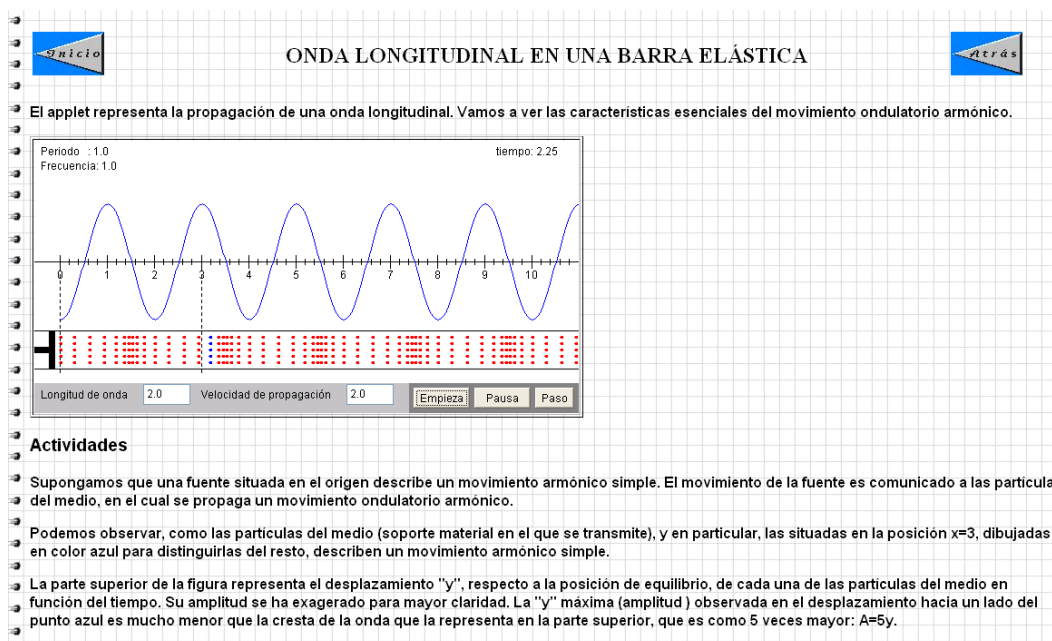
Otra de las simulaciones virtuales que el alumno podría encontrar en esta sección dedicada a la Física General es la de Ondas.

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/Ondas_bach_indice.htm

Las siguientes dos capturas muestran algunas simulaciones que contiene esta sección. En la primera el alumno puede comprobar que la longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales.



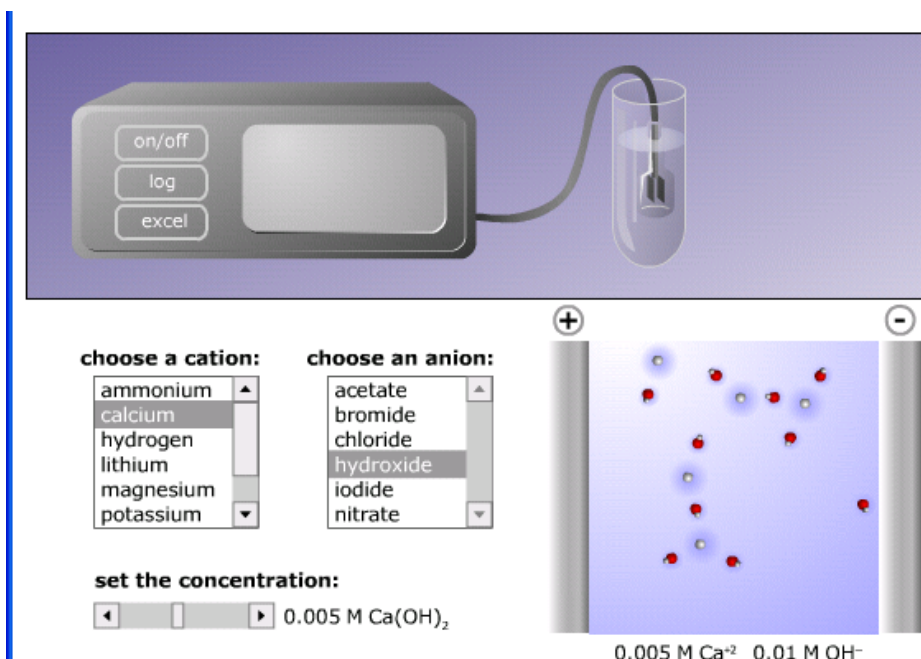
En esta segunda captura se observa cómo la simulación representa la propagación de una onda y cuáles son las características de este tipo de movimiento ondulatorio



Conductividad

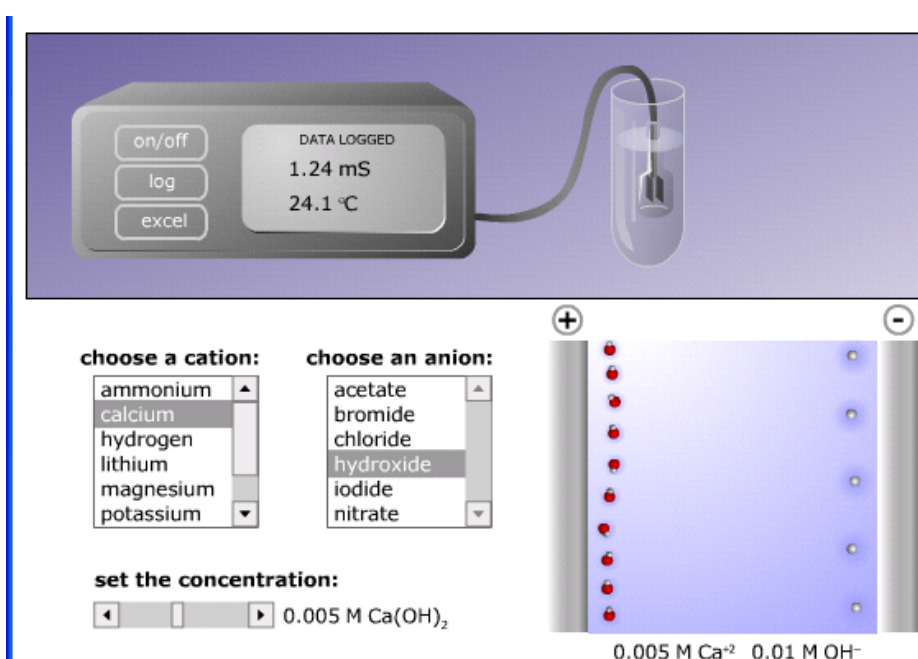
<http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/simulations.shtml>

A través de este hipervínculo se accede a la Web “General Chemistry Online” en la que usuario tiene la oportunidad de realizar de forma virtual una simulación con una solución electrolítica.



En ella, el alumno elige un cátodo, un ánodo y puede configurar una concentración determinada para la solución electrolítica. Después, puede encender el medidor de conductividad de la solución haciendo clic sobre el botón On/Off.

Una vez encendido puede hacer clic sobre el botón Log, por medio del cuál el sistema graba el nombre de la solución, la concentración existente, la conductividad de la solución y la temperatura a la que se encuentra. El propio applet se encarga de transferir los datos a una hoja de Excel



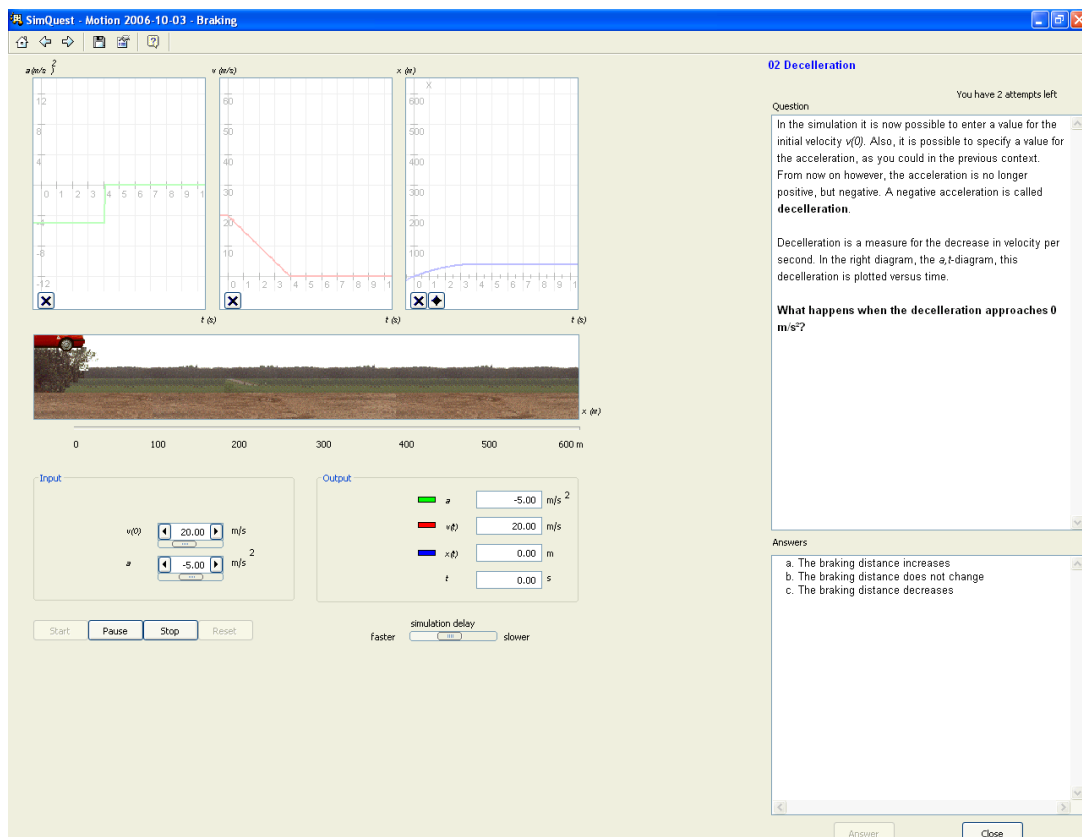
Simulador con software propio

<http://www.simquest.nl/>

Hasta ahora este estudio ha presentado una fórmula ágil, intuitiva, económica y muy eficaz que ofrece al alumno la posibilidad de poder “refrescar” aquellos conceptos básicos que teníamos un poco olvidados. Y la forma de acceder a dichas simulaciones virtuales no sería más complicada: se accedería a una base de datos interactiva ubicada en el Campus Virtual y que no es más que una serie de hipervínculos que dan acceso directo a cada una de las simulaciones. Una vez el usuario se encontrase ya en la Web en cuestión realizaría la simulación online.

Pues bien, lo que viene a continuación permite realizar algunas de estas y otras simulaciones pero de forma local. Es decir, el alumno accede, a través también de un hipervínculo, a una Web propietaria del software en cuestión, descarga el programa de forma local en su ordenador y realiza las simulaciones que le interesen.

El proveedor elegido en este caso es un software llamado Simquest, desarrollado por la Universidad de Twente en Holanda. La diferencia fundamental entre este recurso Web y las simulaciones online es que este software es totalmente configurable y supone una herramienta muy útil para aquellos usuarios que pretendan hacerse una simulación a medida, al contar con una biblioteca propia de elementos. Esta captura de pantalla muestra la interface del programa durante una simulación.



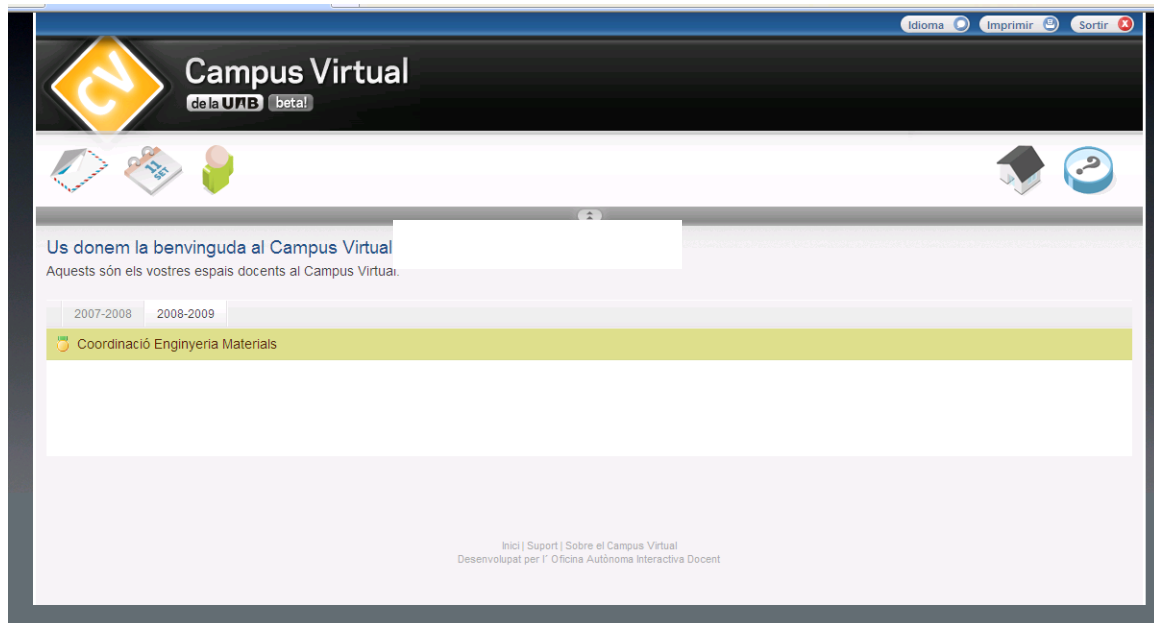
En conclusión, y después de todo lo expuesto en este primer bloque del estudio, puede verse que el uso de los recursos que ofrece Internet en la concepción de una base de datos interactiva de consulta puede resultar una opción muy interesante desde el punto de vista educativo a la hora de ofrecer una ayuda complementaria al estudiante de Ingeniería de materiales.

CÓMO SERÍA...

Hasta ahora se han expuesto las posibilidades que ofrece Internet, y se ha visto que después de un trabajo exhaustivo de búsqueda y selección de los recursos más útiles en relación al temario de Ingeniería de Materiales, es posible proporcionar al alumno que cursa la titulación, una base de datos interactiva de consulta que resulta de gran utilidad.

Para concluir este primer bloque es preciso ahora poder visualizar qué aspecto tendría dicha base de datos.

Así pues, el alumno accedería al Campus Virtual de la misma forma que accede actualmente. En el apartado de COORDINACIÓN DE INGENIERÍA, que es donde actualmente se puede acceder para obtener información complementaria sobre algunos temas relacionados con Ingeniería de Materiales en general, encontraría una sección llamada BASE DE DATOS INTERACTIVA. Entrando en la sección el alumno podría acceder a cualquiera de los apartados descritos hasta ahora que, a modo de hipervínculo, darían acceso directo a través de la WWW a la página Web adecuada en cada caso.



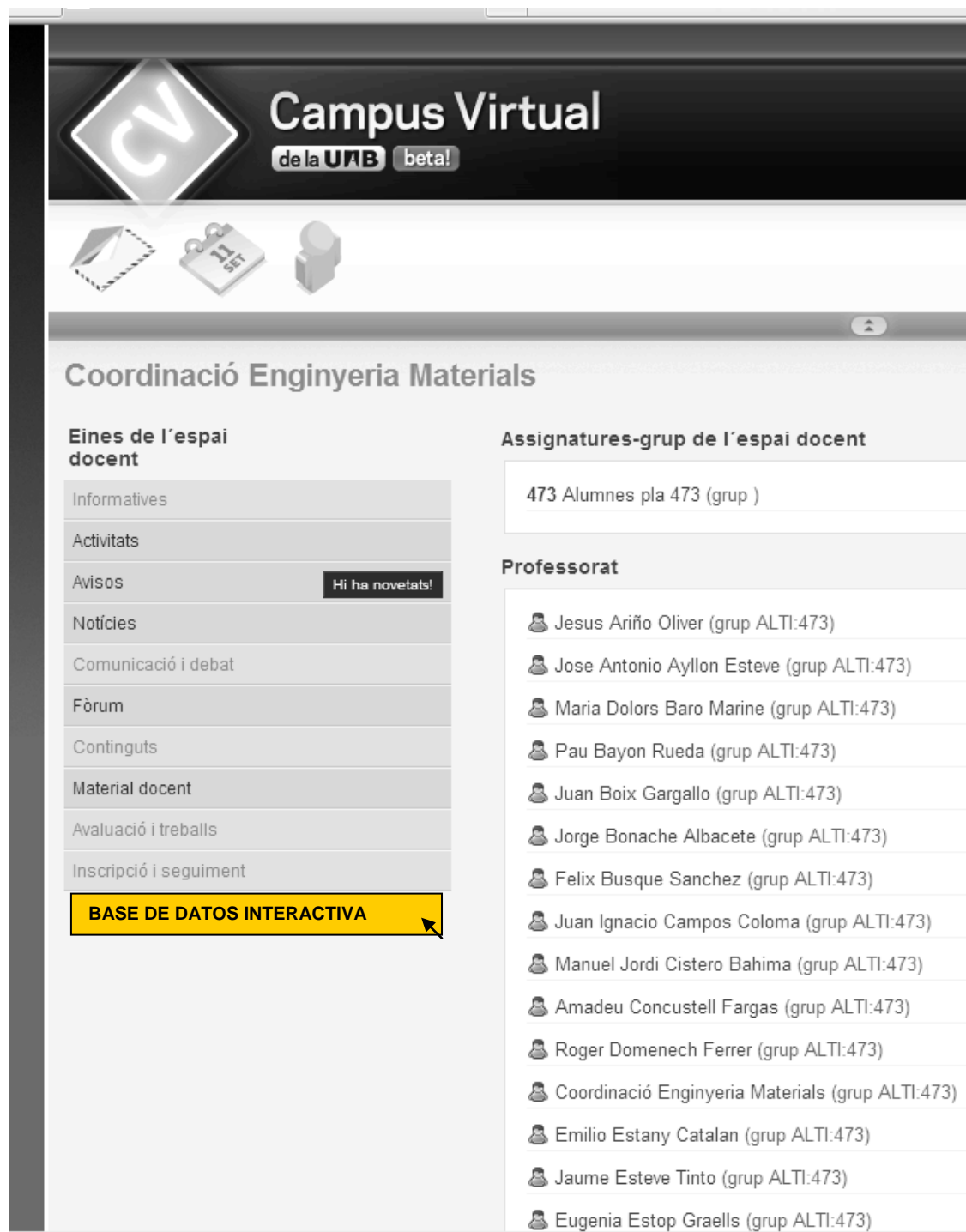
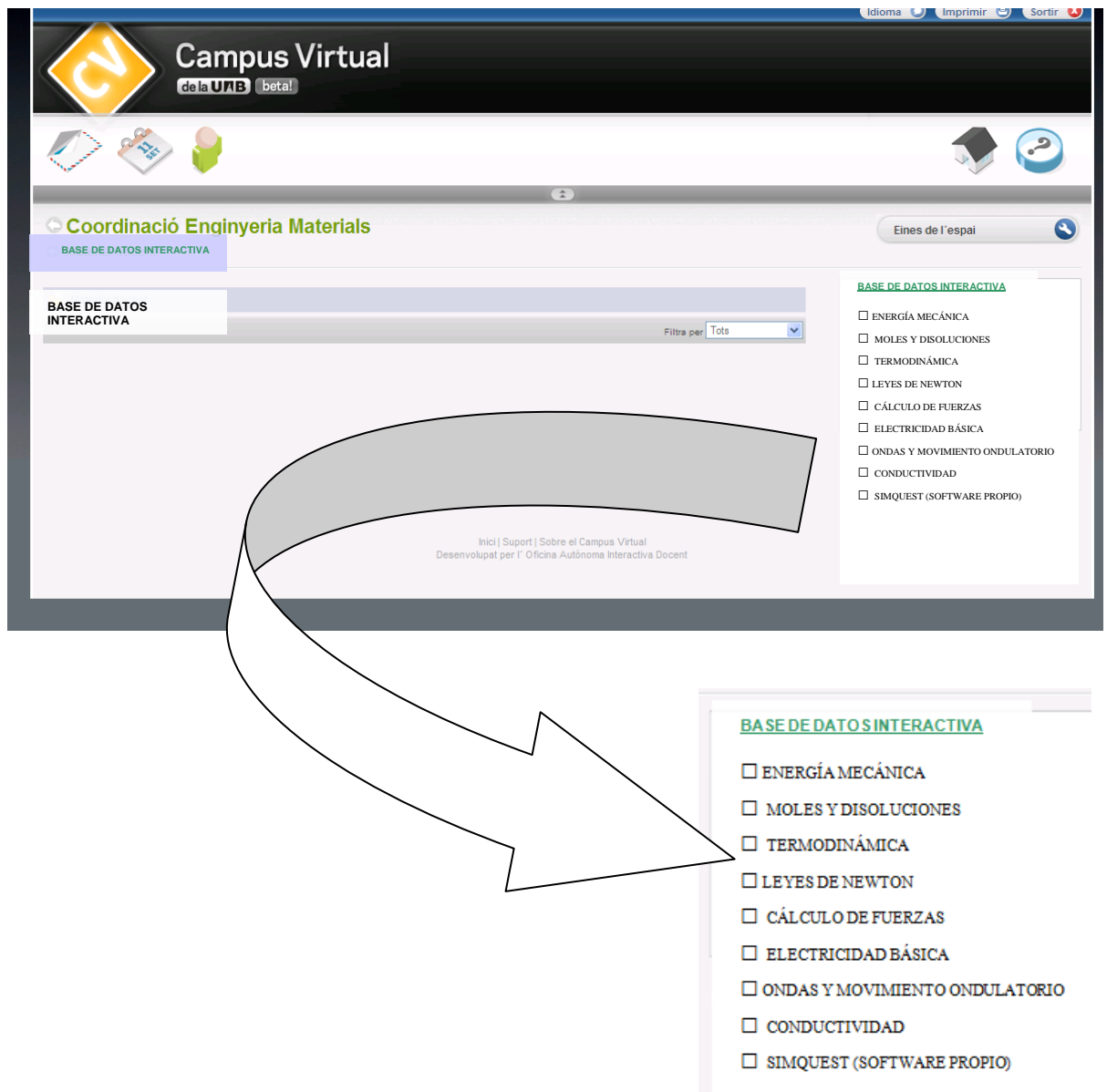


Imagen hipotética que podría presentar la sección de Coordinación de Ingeniería de Materiales dentro del entorno Campus Virtual incluyendo la sección BASE DE DATOS INTERACTIVA que se ha descrito.

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

Cuando el alumno seleccionase la pestaña BASE DE DATOS INTERACTIVA accedería a una subcarpeta en la que podría elegir la temática que más le interesara en cada momento.



2. PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN ASIGNATURA VIRTUAL

Actualmente el esquema de trabajo correspondiente a una sesión de prácticas en el laboratorio responde a una filosofía en la que cada alumno se incluye en un equipo de trabajo para realizar la práctica. La práctica se realiza en una o varias sesiones en función de la duración de la misma; al mismo tiempo, otro equipo de trabajo realiza otro experimento en el laboratorio, y así se consiguen realizar dos o tres prácticas simultáneamente cada sesión. Después basta con rotar de experimento para conseguir realizar los 3 o 4 experimentos de la asignatura en sendas sesiones.

Una vez acabadas todas las prácticas programadas el alumno entrega un informe final de prácticas al tutor correspondiente, en el que se incluye el trabajo realizado y las conclusiones extraídas en cada una de las experiencias.

Las prácticas de laboratorio en asignatura virtual son una posibilidad que ofrece hoy Internet y que consistirían en realizar las mismas prácticas que se realizan en el laboratorio pero de forma remota. El método de trabajo para realizar una sesión sería el siguiente:

Al comienzo de la sesión, el usuario se identifica y entra en el grupo correspondiente a su asignatura. Al introducir su clave accede al menú de hipervínculos que contiene una breve explicación de cada una de las prácticas, así como un guión para llevar a cabo cada práctica. El alumno puede solicitar información adicional haciendo uso del correo electrónico del profesor para ser atendido en diferido fuera de la sesión de trabajo.

El profesor podría monitorizar la ejecución de la práctica en cualquiera de los ordenadores en los que se estuviese ejecutando y, si es necesario, tomar el control para una acción determinada o avisar al alumno de forma que pueda establecer una conversación a través del teclado en tiempo real.

A continuación se listan las prácticas existentes actualmente en dos de las asignaturas de la titulación de Ingeniería de Materiales más representativas en cuanto a importancia de las sesiones prácticas de laboratorio, como son Propiedades Mecánicas de los Materiales y Laboratorio de Tecnología de los Materiales.

Debajo de cada una de las prácticas existentes actualmente se especifica una dirección Web o hipervínculo que podría complementar, e incluso sustituir, a su homóloga.

Propiedades Mecánicas de los Materiales

ENSAYO DE TRACCIÓN

<http://www.steeluniversity.org/content/html/eng/default.asp?catid=150&pageid=2081271506>
http://www.uow.edu.au/cedir/progservs/samples/anim_ENGG153/index.htm

DETERMINACIÓN DE LAS CONSTANTES ELÁSTICAS

<http://www.steeluniversity.org/content/html/eng/default.asp?catid=150&pageid=2081271501>

ENSAYO CHARPY

<http://www.steeluniversity.org/content/html/eng/default.asp?catid=151&pageid=2081271964>

ENSAYO DE DUREZA

<http://www.steeluniversity.org/content/html/eng/default.asp?catid=149&pageid=2081271513>

Laboratorio de Tecnología de los Materiales I

COMFORMADO DE MATERIALES: CAPAS DELGADAS

Obtención de capas delgadas. Influencia de la velocidad de enfriamiento en el estado cristalino. Estudio de la cristalización in situ de un polímero amorfo

IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LOS MATERIALES

Visualización de la reacción del hierro con el aire
Velocidad de corrosión de diversos metales típicos
Estudio electroquímico de los pares Fe-Zn y Fe-Cu

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=96&pageid=1024998687>

PROCESADO DE MATERIALES I

Conformado de metales en molde por fusión. Laminado de metales. Endurecimiento. Efecto de los tratamientos térmicos.

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=27&pageid=2081271521>

PROCESADO DE MATERIALES II

Influencia del trabajo en frío en las propiedades mecánicas y eléctricas del material. Deformación plástica por laminación. Observación microestructural. Influencia de los tratamientos térmicos en las propiedades y en la microestructura.

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=212&pageid=2081272210>

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=215&pageid=2081272260>

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=179&pageid=2081271923>

PROCESADO DE MATERIALES III

Deformación plástica por trefilado. Optimización de los pasos a seguir. Efecto del trabajo en frío sobre la muestra

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=156&pageid=2081271582>

Pero para poder hacernos una idea más precisa de lo que se ha estado describiendo hasta el momento, se expone a continuación un ejemplo muy representativo a partir de tres prácticas de la asignatura de Propiedades Mecánicas: el ensayo Charpy, el ensayo de Tracción y el ensayo de dureza (con un suplemento sobre tratamientos térmicos).

En primer lugar se muestra el guión (copia del guión real) de la práctica correspondiente con el que el alumno trabaja una vez en el laboratorio, y a continuación, se muestra a través de una serie de capturas de pantalla, su “homóloga virtual”.

EL ENSAYO CHARPY

El alumno recibe el siguiente guión en su primera sesión de prácticas al llegar al laboratorio. En él figuran los objetivos del experimento, una breve explicación teórica del concepto sobre el que se sustenta el ensayo, y cuál es el procedimiento experimental a llevar a cabo:

PÈNDOL CHARPY. LA TRANSICIÓ FRÀGIL-DÚCTIL

Objectius de la pràctica:

- Entendre com els materials resisteixen la propagació d'esquerdes, i com es pot determinar a partir d'un assaig Charpy.
- Comprendre la diferència entre una fractura dúctil i una fractura fràgil, i com canvia l'energia absorbida en cada cas.
- Observar i comprendre com influeix la temperatura a la resistència a la fractura dels materials segons la seva microestructura.

Assaig Charpy: Energia absorbida en un impacte

L'energia absorbida per un material al fracturar-se es pot dividir en dues components:

- El treball realitzat per endurir el material durant la cedència, ja que una zona de deformació plàstica es desenvolupa a l'entalla de la proveta
- El treball realitzat per crear les superfícies de fractura.

El treball realitzat per crear les superfícies de fractura és l'energia necessària per sobrepassar les forces de cohesió entre els àtoms de cada costat del camí de fractura. L'energia associada a una fractura fràgil consisteix bàsicament d'aquest treball per trencar els enllaços atòmics.

En una fractura dúctil, quan el material es deforma plàsticament abans de fracturar-se, la zona plàstica s'endureix, incrementant la tensió i la deformació en aquesta regió fins que el material es fractura. La diferència entre l'energia absorbida entre els diferents materials és bàsicament causada per la quantitat de treball plàstic fet abans de la fractura.

L'energia total absorbida a l'impacte depèn també de les dimensions de la proveta i de l'entalla, i per tant és necessari utilitzar una proveta estandaritzada per poder comparar els resultats entre els diferents materials. L'energia absorbida a l'impacte es veu afectada per diferents factors com:

- Estructura cristal·lina, temperatura i velocitat d'impacte
- Límit elàstic i ductilitat
- Entalla
- Mecanisme de fractura

Redacció de l'informe de pràctiques:

L'informe ha de contenir els següents apartats:

1. Objectius
2. Breu introducció: comenteu la utilitat dels assajos Charpy, el fenomen de la transició fràgil-dúctil i la seva dependència amb l'estructura dels materials.
3. Part experimental: descriure els aparells utilitzats per realitzar la pràctica i els diferents materials assajats.

4. Resultats
5. Discussió: s'ha d'incloure la discussió dels resultats i la resposta a les preguntes realitzades en aquest guió.
6. Conclusions
7. Bibliografia

Resultats:

Feu una gràfica pels dos materials assajats representant l'energia absorbida en front de la temperatura a la que hem realitzat l'assaig.

Compareu els diferents materials assajats i raoneu les possibles diferències que hagin aparegut a partir dels diferents mecanismes d'enduriment estudiats.

Quin dels dos materials sofreix una transició fràgil-dúctil? Per què? A quin rang de temperatures es produeix la transició?

Preguntes:

Què passaria en l'energia absorbida en un assaig Charpy si enduríssim per treball mecànic a un material?

Per què els plàstics mostren una transició fràgil-dúctil al escalfar-los?

EL ENSAYO CHARPY “VIRTUAL”

<http://www.steeluniversity.org/content/html/eng/default.asp?catid=151&pageid=2081271964>

Una sesión para llevar a cabo la siguiente práctica empezaría al entrar en el hipervínculo correspondiente (arriba indicado). Este enlace llevaría al alumno hasta la página de introducción del ensayo, en la que puede seleccionar el apartado que le interese del menú situado en el margen izquierdo (ver captura de pantalla).

 steeluniversity.org	Inicio		Buscar <input type="text"/>
	Quiénes somos	e-Learning	La Competencia

Ensayo de impacto Charpy <ol style="list-style-type: none">1. Introducción al ensayo Charpy2. Historial de fracturas frágiles3. Efectos de una entalla4. Tensiones triaxiales5. Fractura de clivaje6. Equipamiento para ensayo Charpy7. Fracturas en el ensayo Charpy8. Fracturas frágiles y dúctiles9. Aspecto de la superficie de fractura10. Resultados típicos del ensayo Charpy11. Cuestionario Charpy12. Simulación del ensayo Charpy13. Resumen	<p>e-Learning > Metalurgia de metales ferros</p> <h2>Simulación del ensayo Charpy</h2> <p>En este ejercicio usted llevará a cabo un cambio en la energía del impacto a medi datos con la transición dúctil- frágil en los</p> <p>Haga click en la siguiente imagen a continu</p> 
---	--

Las siguientes capturas de pantalla muestran los objetivos principales de la práctica como son:

- entender la resistencia de los materiales a la propagación de grietas, y como puede medirse ésta a partir de un ensayo Charpy.
- entender la diferencia entre fractura dúctil y frágil y la variación de energía absorbida en cada caso.
- entender la influencia de la temperatura en la resistencia a fractura de los materiales en función de su micro estructura.

La captura muestra como el alumno puede acceder a una introducción teórica sobre los mecanismos que gobiernan el tema de ensayo

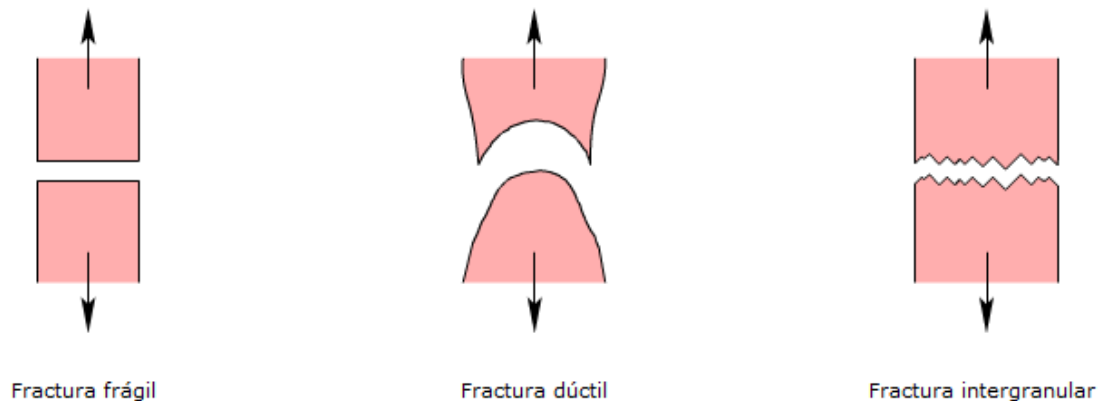
[e-Learning](#) > [Metalurgia de metales ferrosos](#) > [Propiedades mecánicas](#) > [Ensayo de impacto Charpy](#)

Introducción al ensayo Charpy

[<< Anterior](#) | [Siguiente >>](#)

El ensayo Charpy proporciona una estimación de la energía requerida para romper un material bajo carga de impacto. Este ensayo fue normalizado por primera vez hace aproximadamente 60 años a fin de permitir la comparación entre diferentes tipos de acero elaborados mediante diversos procesos de fabricación. El ensayo consiste esencialmente de un martillo con una determinada energía que golpea una probeta entallada de dimensiones fijas, que registra la energía requerida para fracturar la probeta a una temperatura específica y además determina si se trató de una fractura dúctil o frágil. Antes de realizar un ensayo Charpy, usted puede querer revisar algunos de los antecedentes históricos asociados con el comportamiento de las fracturas frágiles y los efectos de una entalla sobre las tensiones aplicadas en un ensayo de tracción.

Recuerde que una tensión de corte en un cristal hará que las dislocaciones presentes en el material se muevan sobre planos de deslizamiento. Por otra parte, el clivaje a lo largo de los planos cristalinos se ve favorecido por tensiones de tracción; la fractura de la mica, por ejemplo.



La fractura dúctil es normalmente una consecuencia de la deformación plástica. Una fisura dúctil es aquella que se expande como resultado de una intensa deformación plástica localizada en la punta de la fisura. La forma más común es la apariencia "copa y cono" en el ensayo de tracción. La fractura frágil, en contraposición, es a menudo precedida por una escasa o nula deformación plástica. La fractura intergranular se produce por la separación (o pérdida de cohesión) en el límite entre granos.

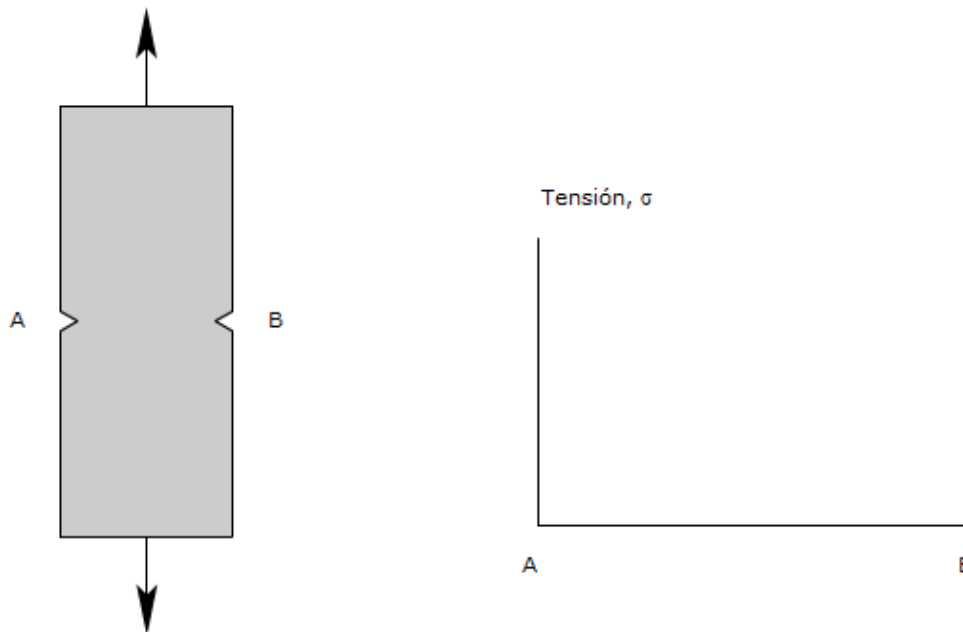
Efectos de una entalla

<< Anterior | Siguiente >>

Analice la situación de un ensayo de tracción sobre una probeta entallada. La porción entre las entallas obviamente tiene un área transversal más pequeña y a medida que aumenta la tensión ejercida, esta región será la primera en deformarse. Una vez que esto ha ocurrido, esta porción intentará contraerse en el plano entre las entallas pero no podrá hacerlo ya que el material que lo rodea no ha sido deformado. Como resultado, se establecerán tensiones de tracción en el plano de la entalla.

La tensión aplicada en forma perpendicular al plano de la entalla es también de tracción, por lo tanto, el material en la porción de la entalla experimentará un campo de tensiones que es puramente de tracción, tensiones triaxiales. Por lo tanto, el movimiento de dislocaciones será inhibido y el acero tenderá a fallar por cualquier otro proceso, como es el caso, por ejemplo, de clivaje a lo largo de ciertos planos cristalinos. El alcance de esto depende de la temperatura y de la resistencia cohesiva entre las capas atómicas.

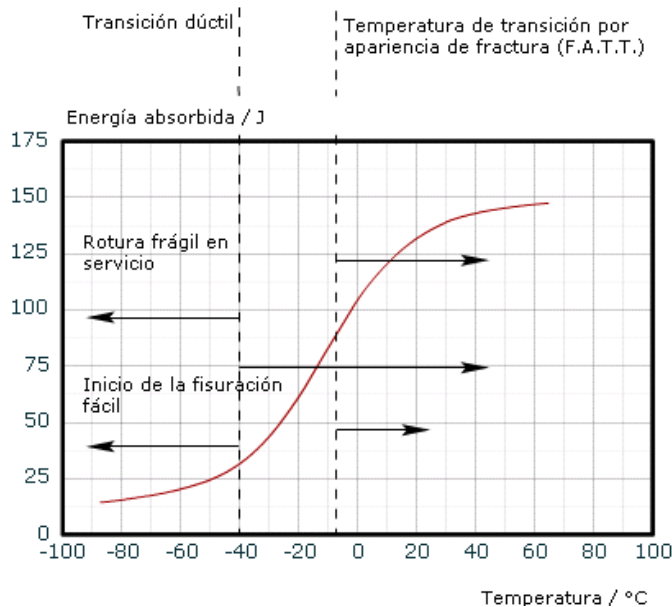
Continuar



Fracturas en el ensayo Charpy

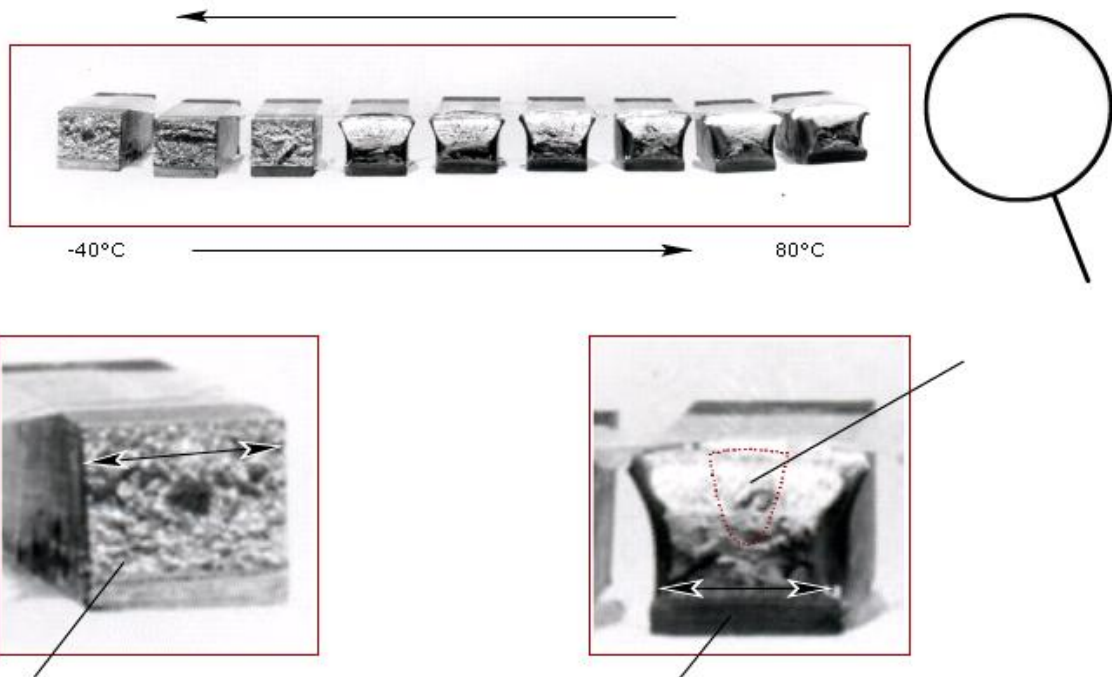
<< Anterior | Siguiente >>

A continuación usted podrá ver una serie de resultados típicos del ensayo Charpy para un acero estructural en un rango de diferentes temperaturas. Esto demuestra como la energía de fractura se reduce y el modo de fractura cambia de dúctil a frágil a medida que se reduce la temperatura del ensayo.



Ejemplos de fracturas Charpy

Nótese que a medida que aumenta el porcentaje de fractura dúctil, existe una disminución en la distancia a través del espesor (es decir, la contracción lateral aumenta). El porcentaje de rotura dúctil es denominado "rotura por corte" y puede medirse (estimarse) a partir del aspecto de la fractura.



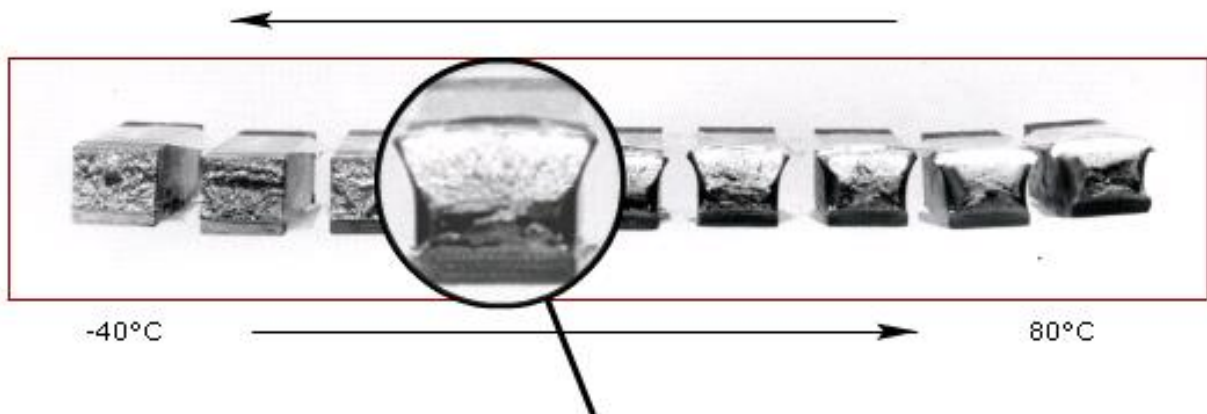
<< Anterior | Siguiente >>

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

Estas capturas muestran también como el alumno puede hacer uso de una aplicación que, a



modo de micrografías SEM, muestra las diversas geometrías de fracturas en función de la naturaleza de las mismas.



Además, la aplicación también permite ver la variación de geometría de las fracturas en función de la Temperatura. Esto supone una gran ventaja si imaginamos el tiempo que invertiríamos en intentar obtener la misma información de forma real.

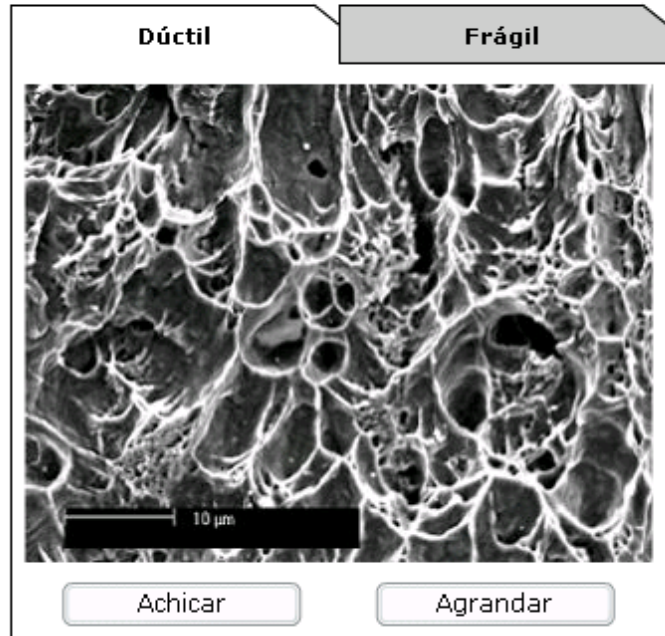


Fracturas frágiles y dúctiles

<< Anterior | Siguiente >>

Las imágenes SEM muestran las microestructuras superficiales de una probeta fracturada en un ensayo Charpy con un comportamiento tanto frágil como dúctil. Utilice los tabuladores para cambiar de un modo de fractura a otro y el botón para acercarse y alejarse.

En realidad, una fractura generalmente contiene áreas frágiles y áreas dúctiles, deslice el mouse sobre la siguiente imagen SEM para visualizar estas áreas.

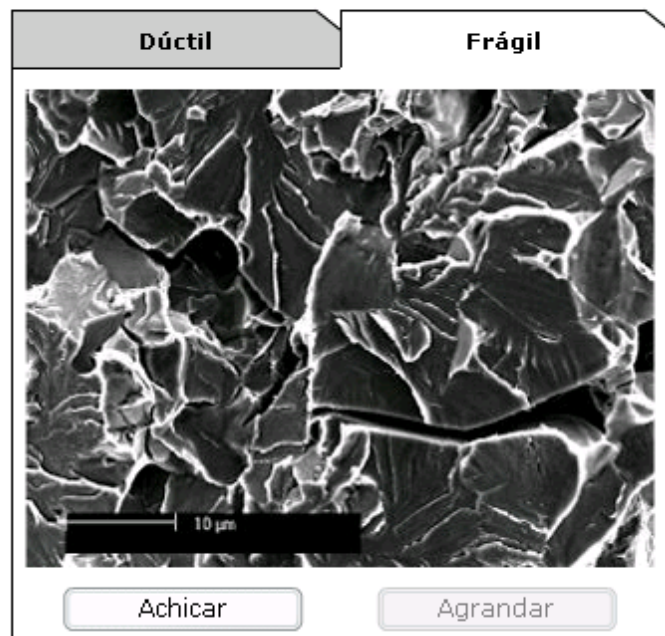


Fracturas frágiles y dúctiles

<< Anterior | Siguiente >>

Las imágenes SEM muestran las microestructuras superficiales de una probeta fracturada en un ensayo Charpy con un comportamiento tanto frágil como dúctil. Utilice los tabuladores para cambiar de un modo de fractura a otro y el botón para acercarse y alejarse.

En realidad, una fractura generalmente contiene áreas frágiles y áreas dúctiles, deslice el mouse sobre la siguiente imagen SEM para visualizar estas áreas.



Una vez el alumno ha observado la diferencia entre ambos tipos de fractura, así como la influencia de la temperatura en la resistencia del material y su relación con la cantidad de

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

energía absorbida, es momento de pasar a ver en qué consiste físicamente el ensayo y como debe llevarse a cabo para obtener unos resultados válido y representativos. Para ello, el

alumno entra en el apartado 6 del menú, como paso previo a la realización propia de la práctica (apartado12)

e-Learning > Metalurgia de metales ferrosos > Propiedades mecánicas > Ensayo de impacto Charpy	
Ensayo de impacto Charpy	Equipamiento para ensayo Charpy << Anterior Siguiente >>
<ol style="list-style-type: none">1. Introducción al ensayo Charpy2. Historial de fracturas frágiles3. Efectos de una entalla4. Tensiones triaxiales5. Fractura de divaje6. Equipamiento para ensayo Charpy7. Fracturas en el ensayo Charpy8. Fracturas frágiles y dúctiles9. Aspecto de la superficie de fractura10. Resultados típicos del ensayo Charpy11. Cuestionario Charpy12. Simulación del ensayo Charpy13. Resumen	<p>Como resultado de la transición dúctil-frágil demostrada tanto en el ensayo Charpy como el ensayo de impacto Izod, relacionado a éste pero más simple, estos métodos fueron adoptados ampliamente como indicadores de un probable comportamiento de fractura.</p> <p>El ensayo Charpy utiliza una barra cuadrada de 10 mm entallada en el centro de una de sus caras. Una medida normalizada de 55 mm (± 0.1 mm) es utilizada.</p> <p>La entalla determina la dirección de propagación de la fisura y debido a la direccionalidad tratada en secciones previas, las propiedades de impacto Charpy dependerán de la orientación de la entalla.</p> <p>En el ensayo Charpy el peso que cae tiene la forma de un péndulo. El peso y las dimensiones del arco determinan la magnitud de la energía cinética generada cuando el péndulo oscila. La mayoría de las máquinas de ensayo Charpy se encuentran dimensionadas para producir una energía de impacto de 300 Joules. Últimamente, como los aceros han mejorado, se han fabricado máquinas con una mayor energía de impacto, con una capacidad típica de 450 Joules.</p> <p>La energía cinética máxima es alcanzada en el punto más bajo del movimiento pendular y la probeta se ubica con mucha precisión en este punto. Luego del impacto, la probeta se fracturará o bien quedará muy deformada. El péndulo continuará viajando hasta alcanzar una altura máxima en el otro extremo del movimiento donde un marcador registra la energía perdida (absorbida) al fracturar la probeta.</p> <p>NOTA: El ensayo de impacto Izod prácticamente no se utiliza en la actualidad pero consiste de una barra redonda entallada circunferencialmente que es golpeada por un peso que cae con una determinada energía.</p>

Las fotografías son cortesía de la "University of Leeds"



Las siguientes capturas de pantalla muestran, paso a paso, cómo se llevaría a cabo un ensayo Charpy virtual:

El método experimental

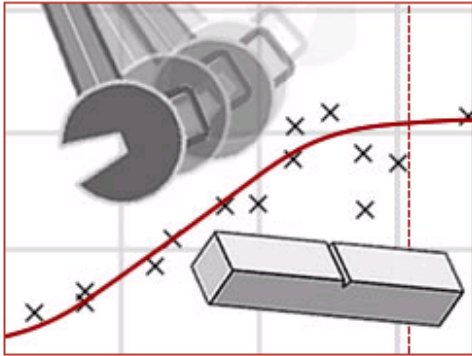
- 1 El alumno selecciona el apartado **"12. Simulación del ensayo Charpy"**

Simulación del ensayo Charpy

<< Anterior | Siguiente >>

En este ejercicio usted llevará a cabo una simulación de un ensayo de impacto Charpy y graficará el cambio en la energía del impacto a medida que cambia la temperatura del ensayo, relacionando estos datos con la transición dúctil- frágil en los aceros.

Haga click en la siguiente imagen a continuación para comenzar el ejercicio en su propia ventana.



[Abrir el ejercicio en una nueva ventana.](#) (por favor aguarde mientras se carga)

- 2 Elige el tipo de probeta con el que realizará el ensayo, pudiendo elegir entre una probeta de chapa de acero para buques o una probeta Standard. Se decide por una probeta Standard

Ensayo Charpy

Haga su selección:

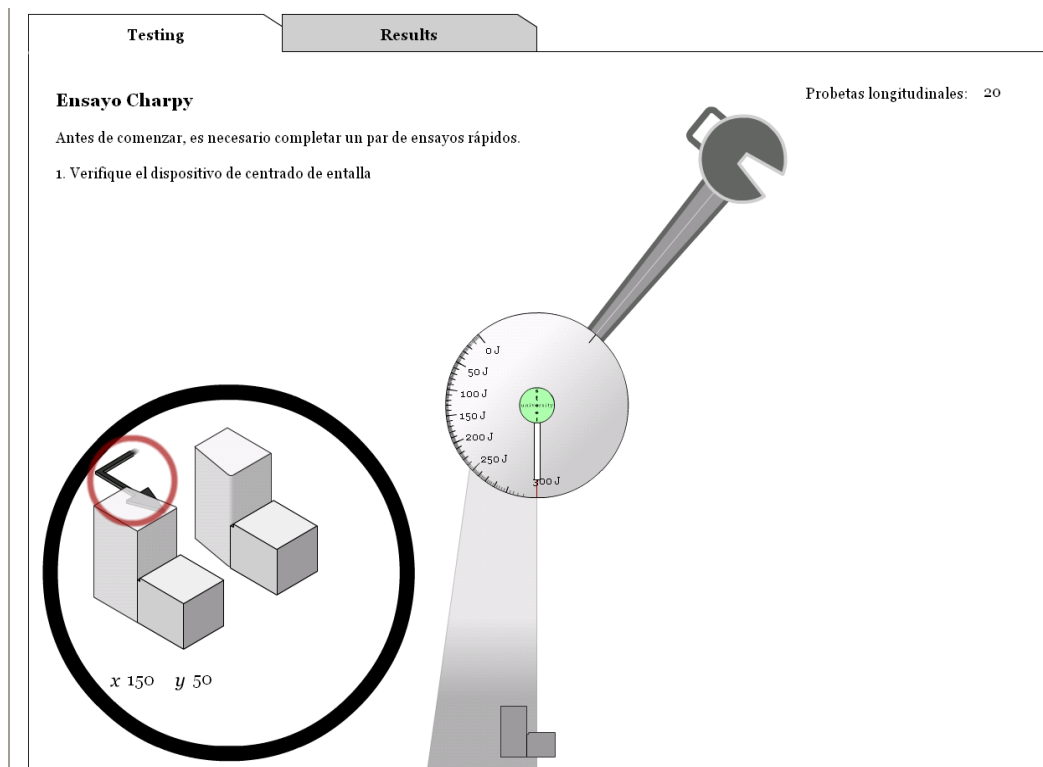
- ☐ Utilizar probetas de chapas de acero para buques a partir de los ejercicios completados anteriormente.
- ☒ Ejecutar como ejercicio en un modo independiente (standalone)

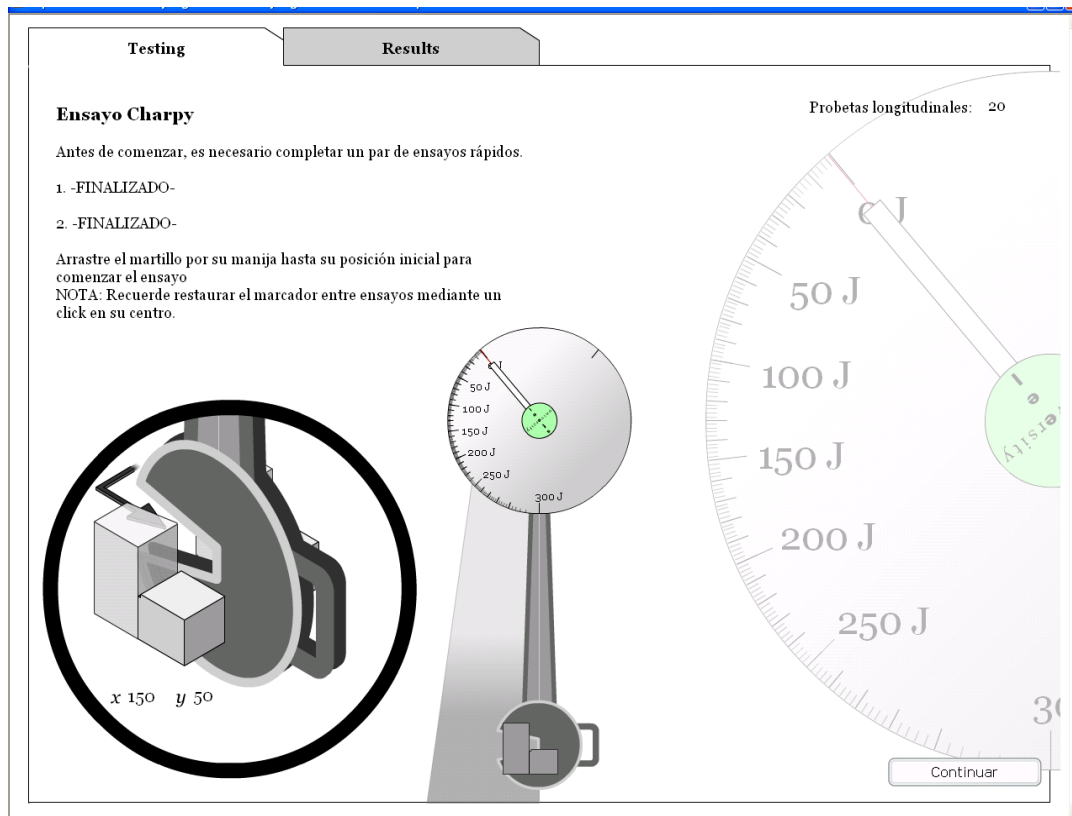
Ejercicio standalone seleccionado

Haga click en el botón siguiente para continuar.

Continuar

- 3 Se verifica el dispositivo de centrado de la entalla, haciendo clic sobre la flecha rodeada por un círculo rojo
- 4 Se hace un test de movimiento libre del martillo haciendo clic sobre el cabezal





- 5 A continuación el alumno selecciona la temperatura del baño de la probeta que va a ser ensayada, haciendo clic sobre los mandos de temperatura situados en la derecha de la pantalla
- 6 Una vez la temperatura del baño está a la temperatura que el alumno ha seleccionado se extrae la probeta del baño haciendo clic sobre la misma y se sitúa en la zona de impacto.
- 7 Se sitúa la probeta en la zona de impacto en las coordenadas $X=0$ e $Y=0$ arrastrándola con el mouse. Este paso, desde que se extrae la probeta del baño hasta que ésta queda centrada, debe ser realizado por el alumno con cierta agilidad, ya que la temperatura de la probeta se mantiene en un rango aceptable (± 0.5 °C) durante escasos 15 segundos. Paso este tiempo la probeta deberá ser introducida e nuevo en el baño.

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

Testing
Results

Ensayo Charpy

Ahora, usted puede empezar el ensayo. Para establecer la temperatura de una probeta, primero debe fijar la temperatura del baño utilizando los botones de flecha. Una vez fijados, espere a que la probeta alcance la temperatura deseada y luego haga click en la probeta para sacarla del baño.

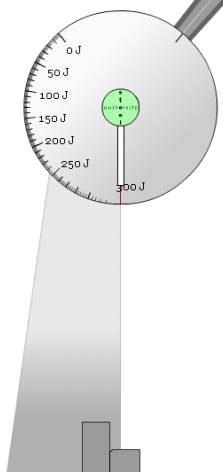
NOTA: La temperatura de la probeta es exacta en $\pm 0.5^\circ\text{C}$ y se mantendrá dentro de este margen por aproximadamente 15 segundos luego de ser removida del baño.

Probetas longitudinales: 18

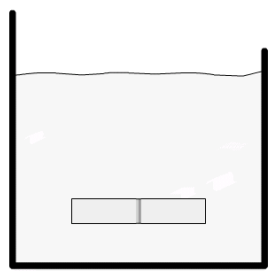
Establecer la temperatura del baño de la probeta

T baño ($^\circ\text{C}$)

T probeta ($^\circ\text{C}$) -19.7



x 150 y 50



Probeta longitudinal

Continuar

- 8 Una vez se ha centrado la probeta en las coordenadas 0,0 se golpea con el martillo haciendo clic sobre su cabezal

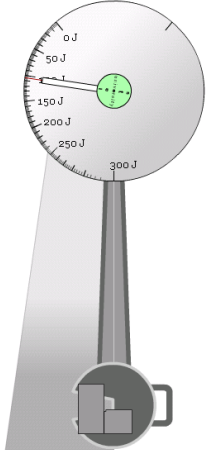
Testing
Results

Ensayo Charpy

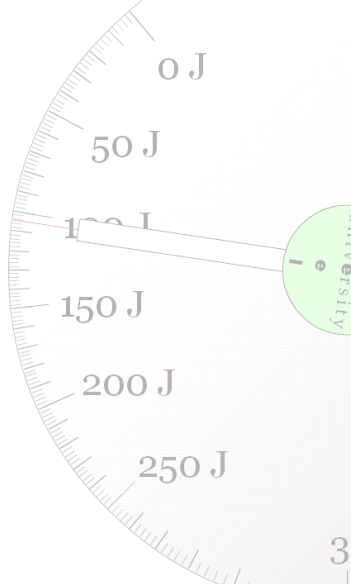
Ha fracturado su probeta. Una vez que haya conducido dos experimentos válidos podrá ver un gráfico de sus datos haciendo un click en continuar. Puede alternar entre las páginas de ensayo y resultados tantas veces lo desee.

Arrastre el martillo nuevamente a su posición inicial si desea conducir más pruebas.

Probetas longitudinales: 18



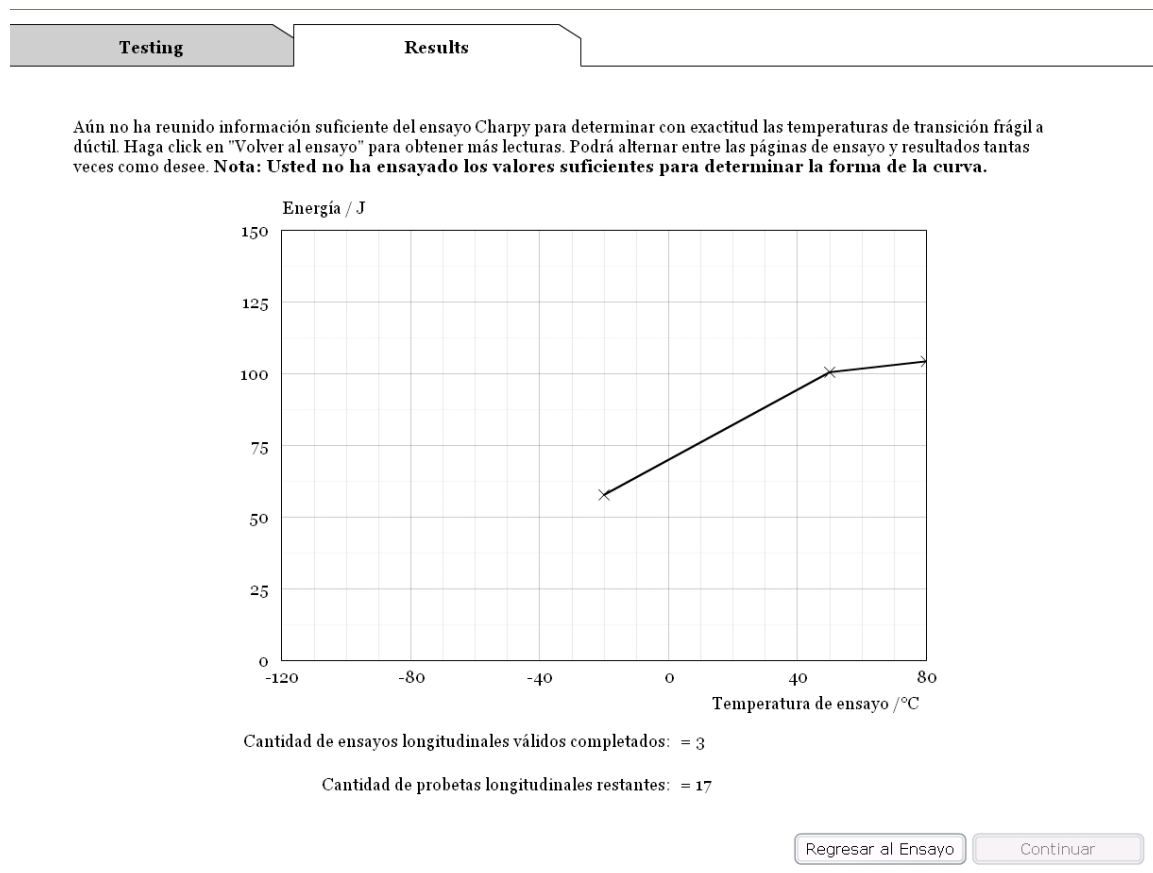
x 0 y 0



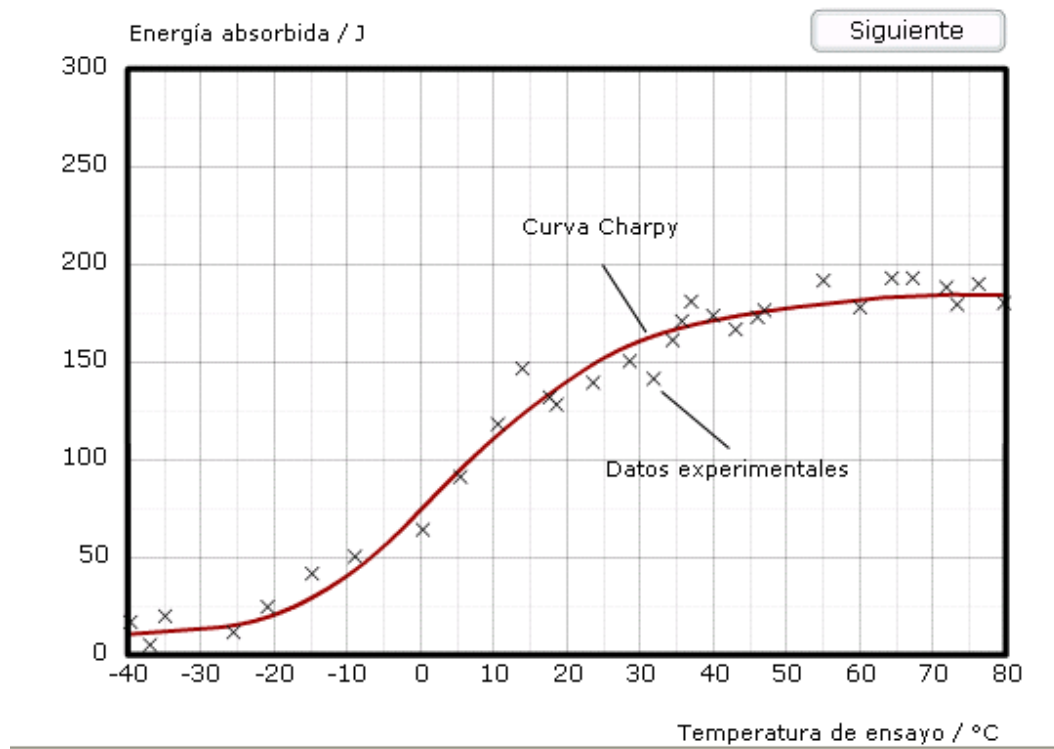
Continuar

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

- 9 Haciendo clic sobre la pestaña de resultados podremos observar la anotación del resultado representado en una gráfica Energía - Temperatura.
- 10 Volvemos a la pestaña del test y hacemos un reset del indicador de energía haciendo clic sobre la manilla del martillo y arrastrado el mismo hasta su posición inicial.



- 11 Finalmente hacemos un clic sobre el reloj del martillo para restaurar los valores.
- 12 Volvemos a repetir los pasos anteriores variando únicamente el valor de la temperatura del baño, hasta obtener la gráfica que pretendemos.



Una vez concluido el ensayo virtual Charpy podemos extraer las siguientes conclusiones:

- el ensayo ha permitido cumplir con los mismos objetivos que perseguía el guión de la práctica de laboratorio, y que son:
 - o ver qué mecanismos actúan como freno a la propagación de grietas, y como puede medirse ésta a partir de un ensayo Charpy.
 - o diferenciar los dos tipos de fractura, dúctil y frágil, y la variación de energía absorbida en cada caso.
 - o saber interpretar cómo influye de la temperatura en la resistencia a fractura de los materiales en función de su micro estructura.
- el alumno ha podido comprobar qué elementos intervienen en un ensayo Charpy, cómo funciona el péndulo de golpeo y la importancia de algunos parámetros como la temperatura en el resultado final del ensayo
- el ensayo virtual permite al alumno obtener la misma información que en el caso de un ensayo real, con la ventaja que supone en el primer caso el hecho de poder repetir el ensayo cuantas veces sea necesario.

Así pues, ha quedado demostrado que en este primer caso el ensayo virtual funciona tan bien, cuando no mejor, y permite obtener la misma información que un ensayo real, en añadido a las ventajas que incorpora el hecho de ser una simulación.

EL ENSAYO DE TRACCIÓN

Del mismo modo que en el ensayo Charpa, el alumno recibe al inicio de la sesión de laboratorio el siguiente guión en su primera sesión de prácticas. Igualmente en él figuran los objetivos del experimento, una breve introducción teórica sobre el ensayo, y cuál es el procedimiento experimental a llevar a cabo:

PRÀCTICA 1: ASSAIG DE TRACCIÓ

OBJECTIU: Obtenir les propietats mecàniques de diferents materials a partir de l'assaig de tracció.

INTRODUCCIÓ: Els assaigs de tracció estudien el comportament d'un material sotmès a un esforç de tracció progressivament creixent, exercit per una màquina apropiada, fins aconseguir la ruptura. L'assaig s'efectua sobre provetes normalitzades (A.S.T.M.E-8).

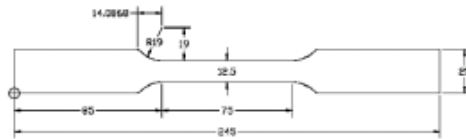


Figura 1. Proveta normalitzada

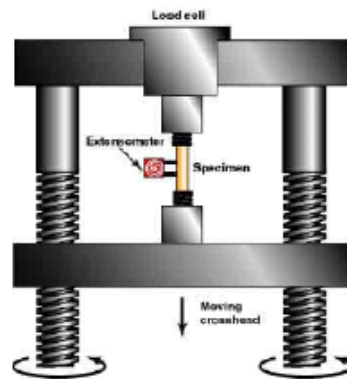


Figura 2. Esquema màquina de tracció

La força i la deformació es mesuren mitjançant una cèl·lula de càrrega i un extensòmetre respectivament.

Tensió i deformació normal unitària

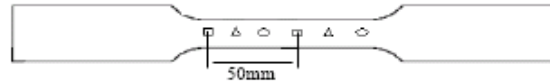
La tensió normal unitària o enginyeril es defineix com el quocient entre la força aplicada i l'àrea inicial de la proveta. Les unitats habituals són N/m^2 , Pa o Kp/mm^2 .

$$\sigma_n = \frac{P}{A_0}$$

A l'aplicar l'esforç s'obre la proveta, aquesta experimenta un increment de longitud ($\Delta l = l_e - l_0$). Anàlogament a la tensió normal unitària, la deformació normal unitària es defineix com el quocient entre la variació de longitud i la longitud inicial.

Mètode Experimental

Per tal d'avaluar les propietats mecàniques dels diferents materials es procedirà primer a determinar la secció de la proveta i a fer tres marques separades 50mm entre si per tal de determinar la longitud final de la proveta.



Segon es prenen les condicions de l'assaig: humitat pressió atmosfèrica i temperatura. Tercer es procedeix a col·locar la proveta a la màquina de tracció. El funcionament d'aquesta màquina està detallat en un dossier que trobareu al laboratori. Recordeu que cal verificar els orígens a 0 unitats i si cal fer un offset. Un cop posada la proveta es procedeix a programar l'assaig. Com que l'assaig que anem a realitzar esdevindrà amb fractura de la proveta, es recomana realitzar un assaig amb control per desplaçament, ja que així, evitem oscil·lacions de la màquina en cas de trencament.

El programa es realitzarà a una velocitat de desplaçament constant de 0,5mm/min i es capturaran 5 punts per segon.

Un cop finalitzat l'assaig es procedirà mesurar les dimensions finals de la proveta.

A fi de fer un posterior anàlisi morfològica de les provetes es farà un tall d'uns 8 mm partint de la fractura.

Aquest procés es repetirà per les diferents provetes: Acer, alumini, coure, llaütó i tefló.

Anàlisi dels resultats

A partir de les dades obtingudes de l'assaig de tracció pels diferents materials es procedirà a calcular pels diferents materials:

- Les corbes de les tensions nominals i reals.
- El límit elàstic i de cedència.
- La resistència a la tracció.
- El mòdul de Young i mòdul de resiliència.
- La ductilitat i tenacitat.
- Coeficient d'enduriment

Es compararan les dades obtingudes amb les dades tabulades i es trauran conclusions.

Perquè difereixen els valors obtinguts dels tabulats?

Compareu les corbes de fluència dels diferents materials.

Com es podria millorar l'assaig?

EL ENSAYO DE TRACCIÓN “VIRTUAL”

http://www.uow.edu.au/cedir/progservs/samples/anim_ENGG153/index.htm

La sesión para realizar un ensayo de tracción virtual empezaría al entrar en el hipervínculo correspondiente (arriba indicado). Por medio del enlace, el alumno accede de forma remota a la página de introducción del ensayo, en la que puede empezar el ensayo o puede acceder al “background” que ofrece la página y que permite dar respuesta a las cuestiones que plantearía, por ejemplo, el guión correspondiente a una sesión el laboratorio de la UAB



steeluniversity.org

[Inicio](#) | | [Español](#) | [Mi perfil](#)

[Quiénes somos](#) | [e-Learning](#) | [La Competencia](#) | [Noticias y eventos](#) | [Estudio y trabajo](#) | [Contenido del sitio](#)

Ensayo de tracción

1. Introducción al ensayo de tracción
2. Máquinas de ensayo de tracción
3. Medición de deformación
4. Determinación del límite de fluencia
5. Efectos de la velocidad de deformación
6. Tensión verdadera - deformación verdadera
7. Extensometría
8. Endurecimiento por trabajado y estricción
9. Endurecimiento por trabajado y curvas tensión-deformación verdaderas
10. Endurecimiento por trabajado y ductilidad I
11. Tensión/deformación verdaderas
12. Curvas tensión/deformación verdaderas y ductilidad
13. Efectos microestructurales y ductilidad I
14. Efectos microestructurales y ductilidad II
15. Efectos microestructurales y ductilidad III
16. Ductilidad y alargamiento
17. **Conduzca un ensayo de tracción**
18. Resumen

e-Learning > Metalurgia de metales ferrosos > Propiedades mecánicas > Ensayo de tracción

Conduzca un ensayo de tracción << Anterior | Siguiente >>

En esta etapa usted puede insertar la probeta en las mordazas de la máquina de ensayo de tracción y llevar a cabo un experimento de deformación por carga. Sin embargo, primero debería verificar que la máquina de ensayo tenga la capacidad de medir la resistencia a la rotura con la suficiente precisión.

Note que esta máquina tiene diferentes capacidades de medición de carga y que diversos requerimientos de carga pueden ser satisfechos cambiando la celda de carga.

La celda de carga es un dispositivo que percibe el cambio en la carga y lo traduce en un voltaje eléctrico que es consecuentemente mostrado en el indicador de carga ó 'carga'.

Nota:

- Recuerde que la tensión es medida en términos de fuerza por área unitaria.
- Si estima una carga de rotura máxima de 5000 N, seleccionando un rango 10000 N usando una celda de carga de 5 kN podría provocar un daño al instrumento.

Usted está listo para llevar a cabo un ensayo de tracción virtual y tiene dos opciones:

1. Ensayar las probetas del acero para chapa de buques que ha preparado anteriormente.
2. Llevar a cabo un ensayo de tracción en un fleje de acero de bajo carbono.

Se le requerirá que determine el límite de fluencia, la resistencia a la rotura, el alargamiento y el módulo de Young.

Se puede, a continuación, ver los resultados de los ensayos de una varilla de acero de alto carbono y dos alambres trefilados a partir de la misma y un acero de aleación de ultra alta resistencia.



Durante el “background” que ofrece la Web, el alumno puede, por ejemplo, documentarse acerca del tipo de maquinaria utilizado en los ensayos de tracción típicos realizados en laboratorios físicos, como se mide la deformación experimentada en la probeta, cómo se determina el límite de fluencia, cuáles son las curvas σ - ϵ verdaderas e ingenieriles, así como los efectos microestructurales sobre la ductilidad del material.

Las siguientes capturas de pantalla muestran algunos de estos puntos clave previos a la realización del ensayo.

Introducción al ensayo de tracción

[<< Anterior](#) | [Siguiente >>](#)

En esta sección usted determinará el módulo de elasticidad (de Young), el límite de fluencia, la resistencia a la rotura y la ductilidad de los aceros.

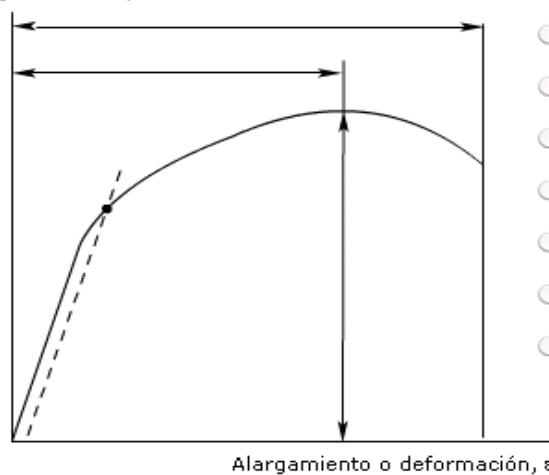
Para medir las propiedades de tracción de un acero se requiere que usted estire la probeta a una velocidad fija y mida constantemente el alargamiento a medida que se incrementa la fuerza o carga aplicada, tal como se espera a partir de la ley de Hooke hasta el límite elástico y más allá del mismo.

A partir de los datos de carga-alargamiento usted calcula la tensión y la deformación de la siguiente manera:

Tensión = Carga / Área original de la probeta

Deformación = Longitud / Longitud original de la probeta

Carga o tensión, σ



- ☐ Región elástica
- ☐ Región plástica
- ☐ Límite elástico convencional
- ☐ Tensión máxima de tracción (UTS)
- ☐ Alargamiento uniforme máximo
- ☐ Inicio de la estricción
- ☐ Deformación total

Medición de deformación

[<< Anterior](#) | [Siguiente >>](#)

Más que basarse solamente en el desplazamiento de los cabezales de la máquina de ensayo, la deformación es determinada midiendo el cambio de la longitud y/o el cambio del área de sección transversal de la probeta, a medida que se aplica la carga. Para medir este cambio en la longitud calibrada es una práctica común no intentar medir el cambio de longitud de la parte paralela de la probeta, sino marcar una porción de la misma, ya sea con trazos o con pequeñas marcas de punzón. Normalmente se hacen 3 o 4 marcas de longitud calibrada para asegurar que el punto de fractura ocurra entre por lo menos dos de ellas.

Recuerde que al seleccionar el tamaño de la probeta usted también seleccionó la longitud calibrada, medida entre los hombros de la probeta.

Ahora mida esta distancia en la probeta, haga click en la siguiente imagen para abrir el ejercicio en su propia ventana.



[Abrir el ejercicio de medición de la longitud calibrada en una nueva ventana.](#)

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

La longitud calibrada es básicamente la longitud de la región de sección transversal uniforme en la probeta. Esto no es fácil de medir con precisión. Es más común hacer marcas en el cuerpo de la probeta para una mayor precisión.

Por favor, guarde estas lecturas. Se las necesita para el ensayo de tracción.



1. Marcar la probeta con un calibre
2. Medir 3 longitudes calibradas con un calibre y registrar las lecturas.
3. Medir 3 diámetros con un micrómetro.
4. Calcular la desviación normal y promedio de las mediciones.

☐ Marcar la probeta

☐ Medir la marca derecha

☐ Medir la marca del centro

☐ Medir la marca izquierda

☐ Mover el micrómetro



Longitud calibrada: 0; 0; 0 Medio: 0 Desviación estándar estadística: 0

Diámetro: NaN; 0; 0 Medio: NaN Desviación estándar estadística: NaN

☐ Calcular los valores medios

Registrar la lectura del micrómetro: derecha, centro, izquierda,

Maquinas de ensayo de traccion

<< Anterior | Siguiente >>

Existen diversos tipos de máquinas que son utilizadas para llevar a cabo ensayos de tracción. Las mismas van desde equipos livianos para ensayos de banco a máquinas industriales de gran escala.



La fotografía es cortesía de "Lloyd Instruments Ltd"

Es importante reconocer que las características de la máquina influyen en los resultados que usted determina. Por ejemplo, una máquina de banco pequeña no es adecuada para mediciones precisas de propiedades, pero será lo suficientemente adecuada para proporcionar una comparación básica entre diferentes materiales. El módulo elástico del marco de ensayo en sí debe ser considerado.

$$\sigma = \text{Fuerza aplicada} / \text{Área}$$

Antes del límite de fluencia:

$$\sigma = E\varepsilon$$

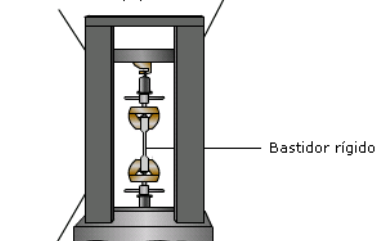
donde ε = deformación de la probeta, y

E = Módulo de Young

$$\therefore \text{Fuerza aplicada} = E\varepsilon \times \text{Área de sección transversal } (A_1)$$

Pero la fuerza aplicada también extiende los soportes del marco de carga:

Área de sección transversal de un soporte de marco de ensayo, A2

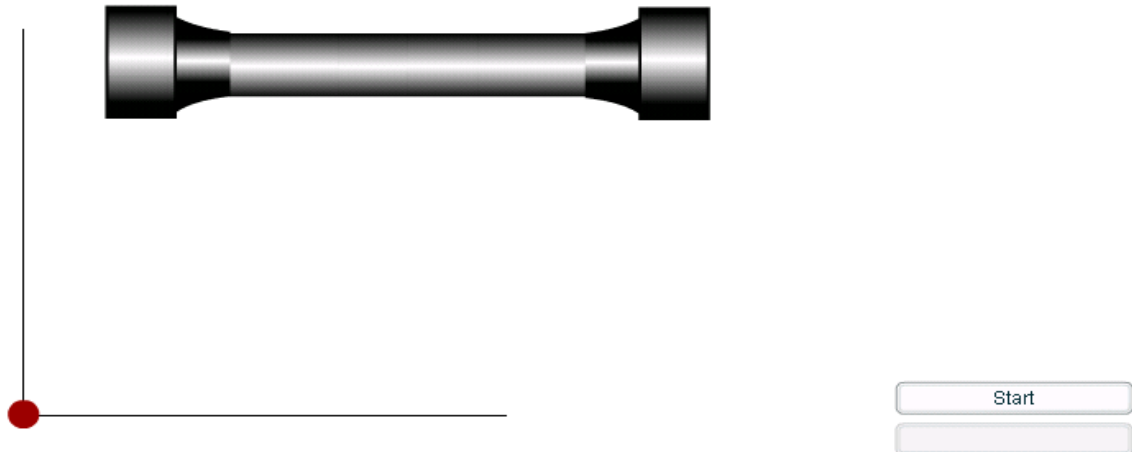


Sección transversal de la probeta, A1

Endurecimiento por trabajado y estricción

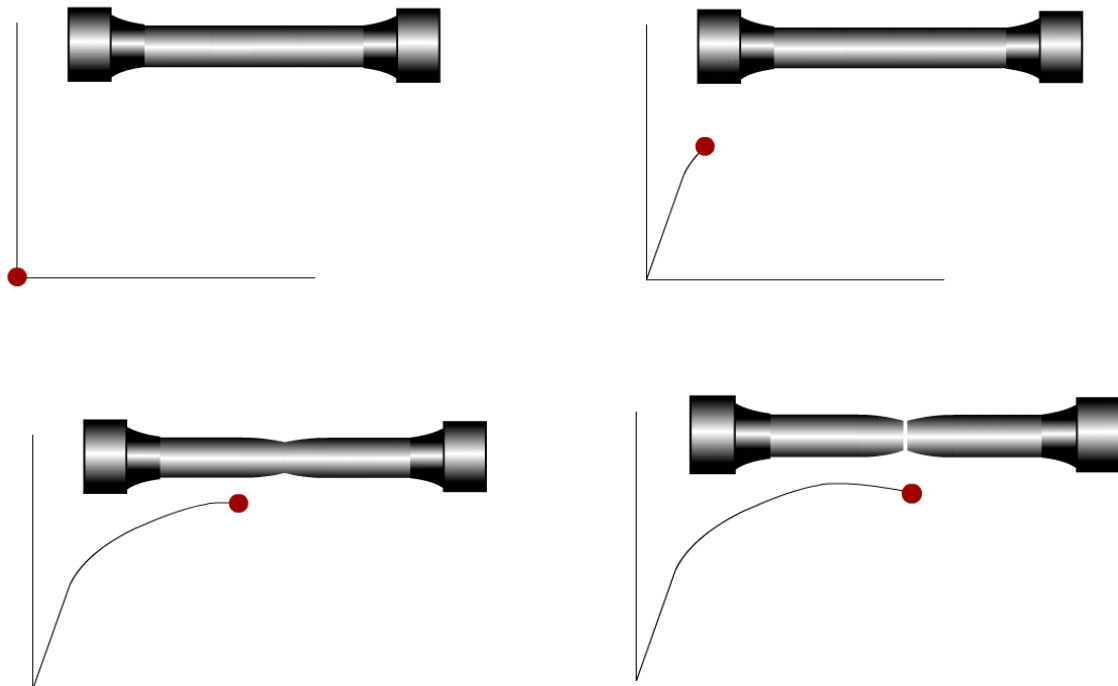
<< Anterior | Siguiente >>

En algún punto en la región de deformación plástica del ensayo de tracción, la deformación se torna localizada y en este punto el área de sección transversal disminuye rápidamente comparada con la porción restante de la longitud calibrada. La carga requerida para continuar deformando la probeta por consiguiente se reduce. Esto se conoce como estricción y la fractura ocurre pronto.



La cantidad de tensión causada por una pequeña deformación, digamos del 1%, es por lo tanto importante y puede ser medida durante un ensayo de tracción.

<< Anterior | Siguiente >>

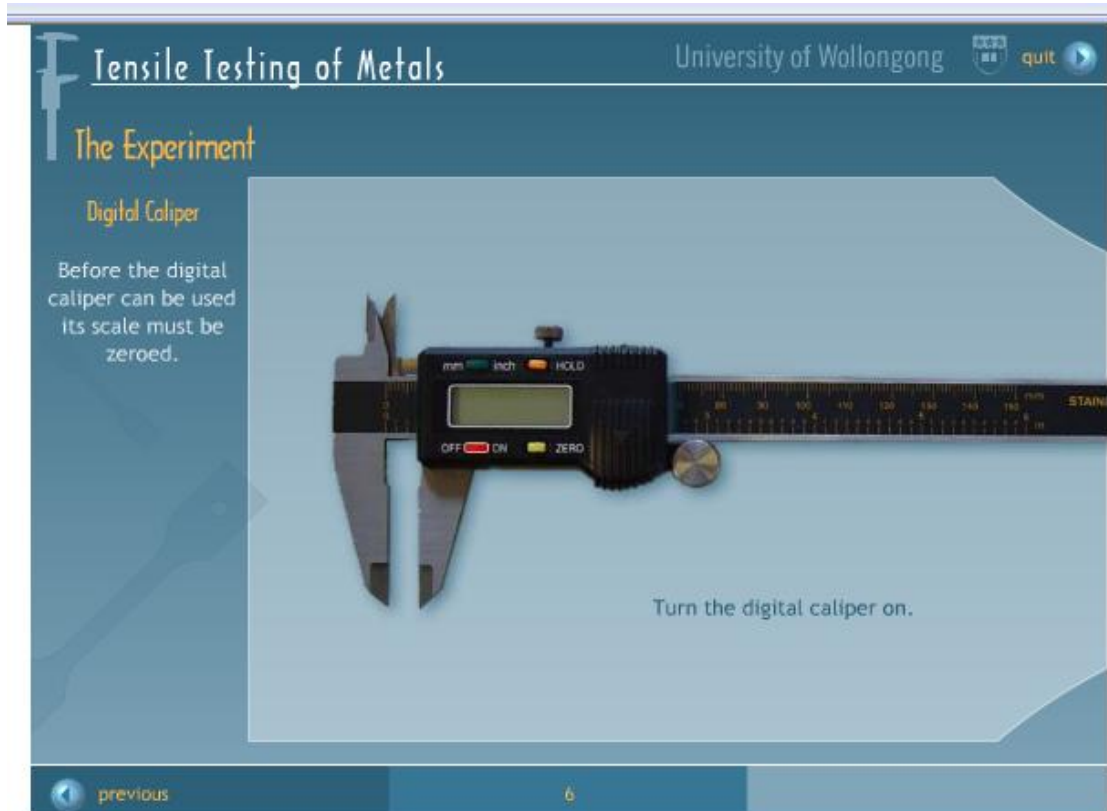


LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

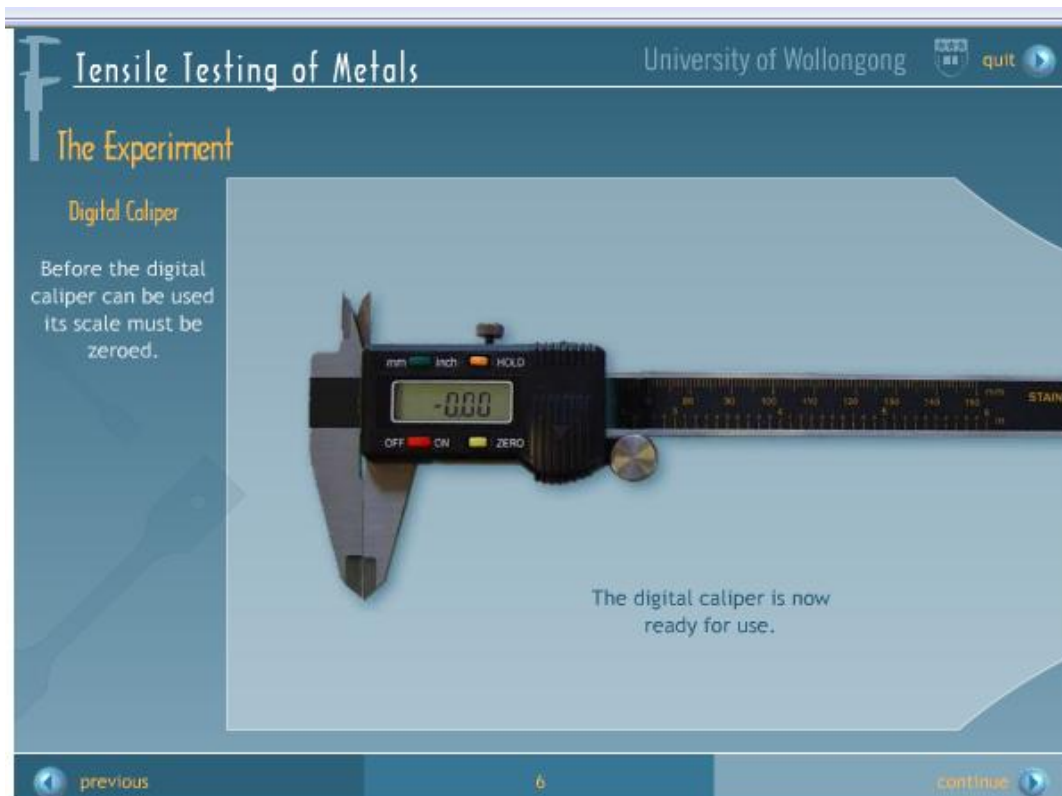
Las siguientes capturas de pantalla muestran en qué consistiría la realización de un ensayo de tracción virtual paso a paso:



- 1 Antes de medir la longitud, el ancho y el espesor de la probeta a ensayar el alumno debe “resetear” el pie de rey haciendo clic sobre el botón de luz intermitente.



- 2 Una vez tenemos calibrado el pie de rey digital, hacemos clic sobre el botón CONTINUAR



- 3 Ahora ya es posible medir la longitud, el ancho y el espesor de la probeta a ensayar. Para ello basta con hacer clic en CONTINUAR. En este punto es importante que el

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

alumno vaya apuntando las lecturas que proporciona la simulación, ya que después servirán para calcular algunas constantes.

Tensile Testing of Metals

University of Wollongong

The Experiment

Measure width, length and thickness

Use this image and the next two to record your readings of the 3 sample dimensions.



previous 7 continue

Tensile Testing of Metals

University of Wollongong

The Experiment

Measure width, length and thickness

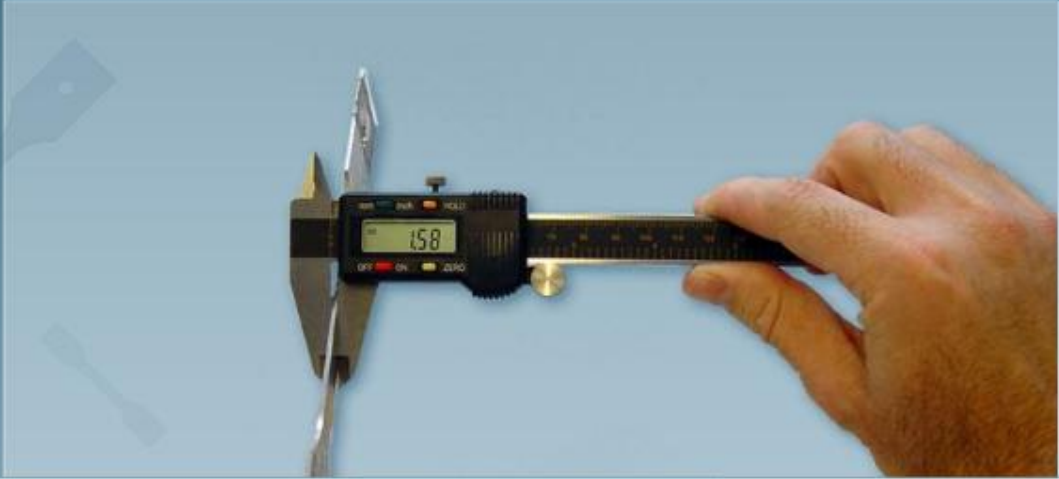


previous 8 continue

Tensile Testing of Metals University of Wollongong

The Experiment

Measure width, length and thickness



previous 9 continue

- 4 Una vez realizadas las mediciones, la probeta ya está lista para ser ensayada. Para fijarla con las mordazas en la máquina hacemos clic sobre el botón OK.

Tensile Testing of Metals University of Wollongong

The Experiment

Setting up the sample

The sample is now ready for clamping in the Instron machine and testing parameters set.

OK

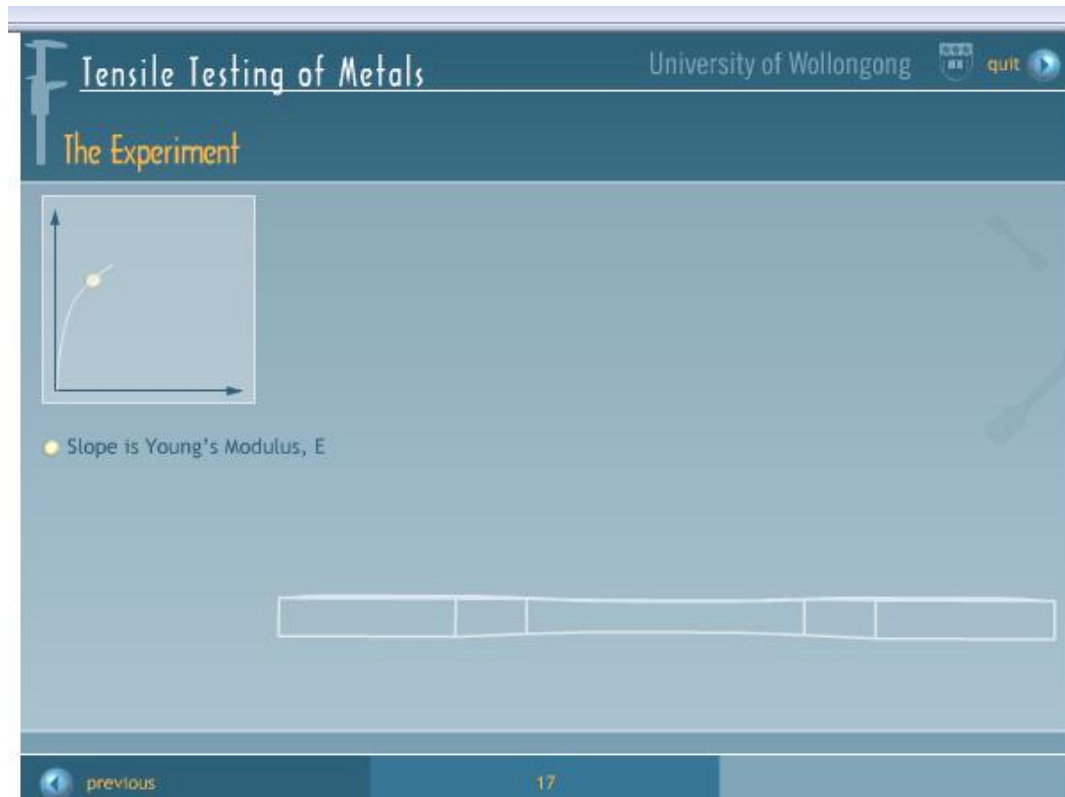


previous 10



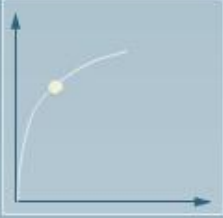
- Se selecciona en el panel de control de la máquina la velocidad de desplazamiento y el tipo de control que queremos haciendo clic sobre los mandos que van iluminándose. Finalmente se hace clic sobre el botón blanco para iniciar el ensayo






Tensile Testing of Metals University of Wollongong

The Experiment



● Slope is Young's Modulus, E

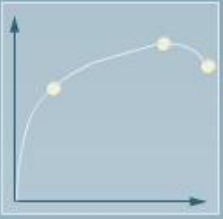


previous 17


6 Finalmente la probeta rompe a una determinada tensión y el ensayo se detiene.

Tensile Testing of Metals University of Wollongong

The Experiment



- Slope is Young's Modulus, E
- Onset of necking and tensile strength,
- Final Fracture

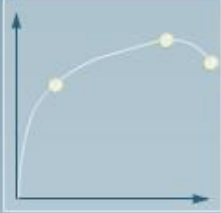


previous 17


- 7 Una vez la probeta ha fracturado se procede a medir nuevamente la longitud final de la probeta y se anota la medición en una hoja aparte. Se hace clic en el botón CONTINUAR.

Tensile Testing of Metals University of Wollongong

The Experiment



- Slope is Young's Modulus, E
- Onset of necking and tensile strength,
- Final Fracture



previous 17 continue

Tensile Testing of Metals University of Wollongong

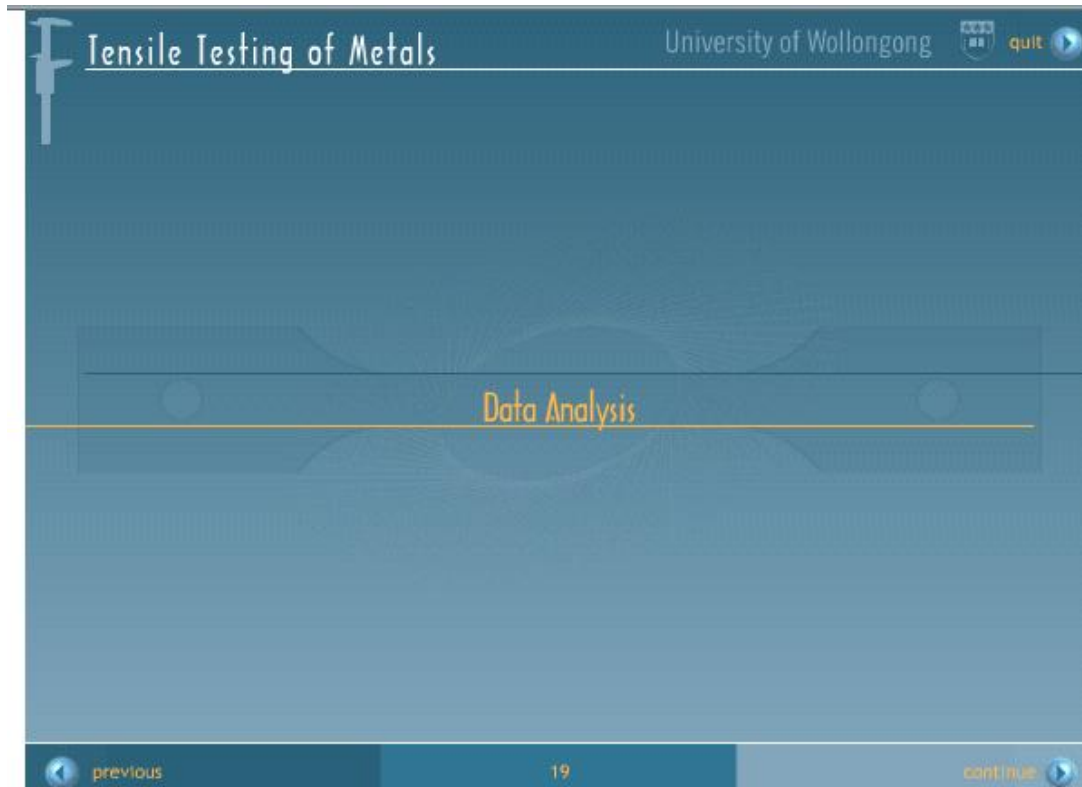
The Experiment

Measuring ductility

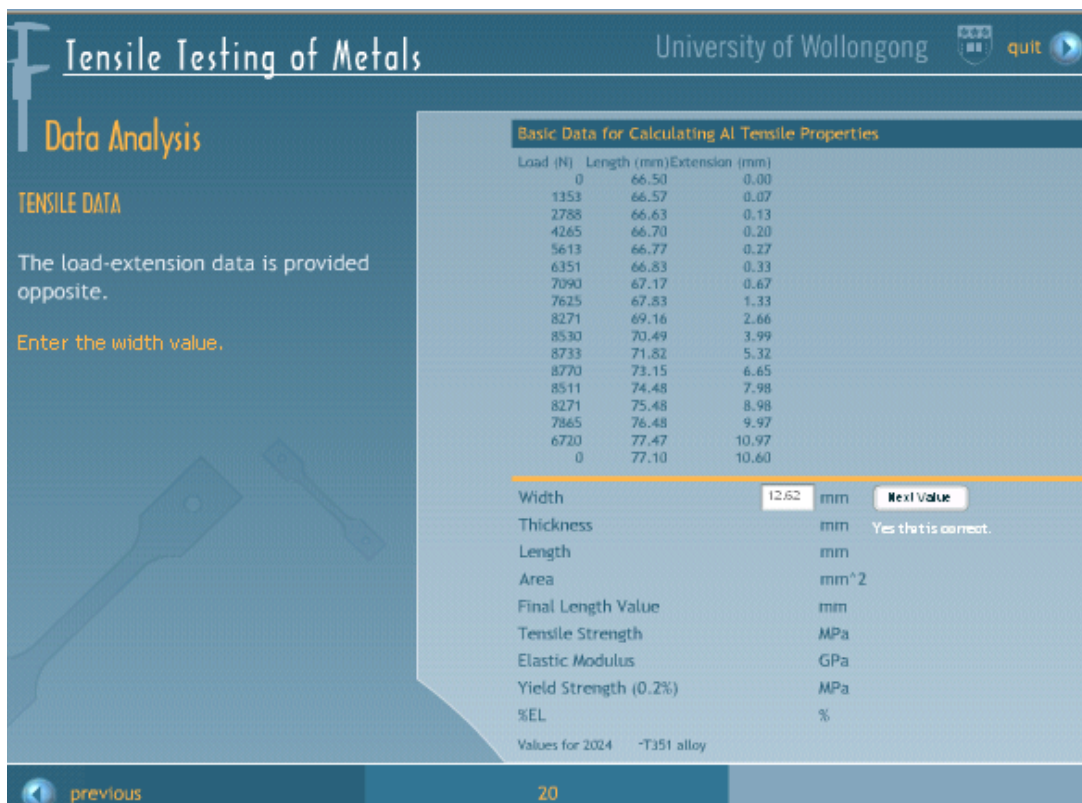
Record the length of the sample at fracture.



previous 18 continue



- 8 Para que el software calcule los valores de tensión a partir de los datos obtenidos a partir del ensayo, el alumno debe introducir los valores iniciales que hemos anotado previamente y hacer clic sobre el botón TRANSFORMAR



Tensile Testing of Metals University of Wollongong

Data Analysis

TENSILE DATA

The load-extension data is provided opposite.

Transform these data into stress-strain values.

Transform

Basic Data for Calculating All Tensile Properties

Load (N)	Length (mm)	Extension (mm)
0	66.50	0.00
1353	66.57	0.07
2788	66.63	0.13
4265	66.70	0.20
5613	66.77	0.27
6351	66.83	0.33
7090	67.17	0.67
7625	67.83	1.33
8271	69.16	2.66
8530	70.49	3.99
8733	71.82	5.32
8770	73.15	6.65
8511	74.48	7.98
8271	75.48	8.98
7865	76.48	9.97
6720	77.47	10.97
0	77.10	10.60

Width 12.62 mm
Thickness 1.58 mm
Length 66.5 mm
Area 19.94 mm²
Final Length Value 77.10 mm
Tensile Strength MPa
Elastic Modulus GPa
Yield Strength (0.2%) MPa
%EL %

Values for 2024 - T351 alloy

- 9 Una vez el programa muestra los valores calculados de tensión y deformación el alumno hace clic sobre el botón PLOT para obtener la curva TENSIÓN-DEFORMACIÓN resultante del ensayo, con lo que finaliza el ENSAYO VIRTUAL DE TRACCIÓN.

Tensile Testing of Metals University of Wollongong

Data Analysis

TENSILE DATA

The load-extension data is provided opposite.

Plot the stress-strain curves.

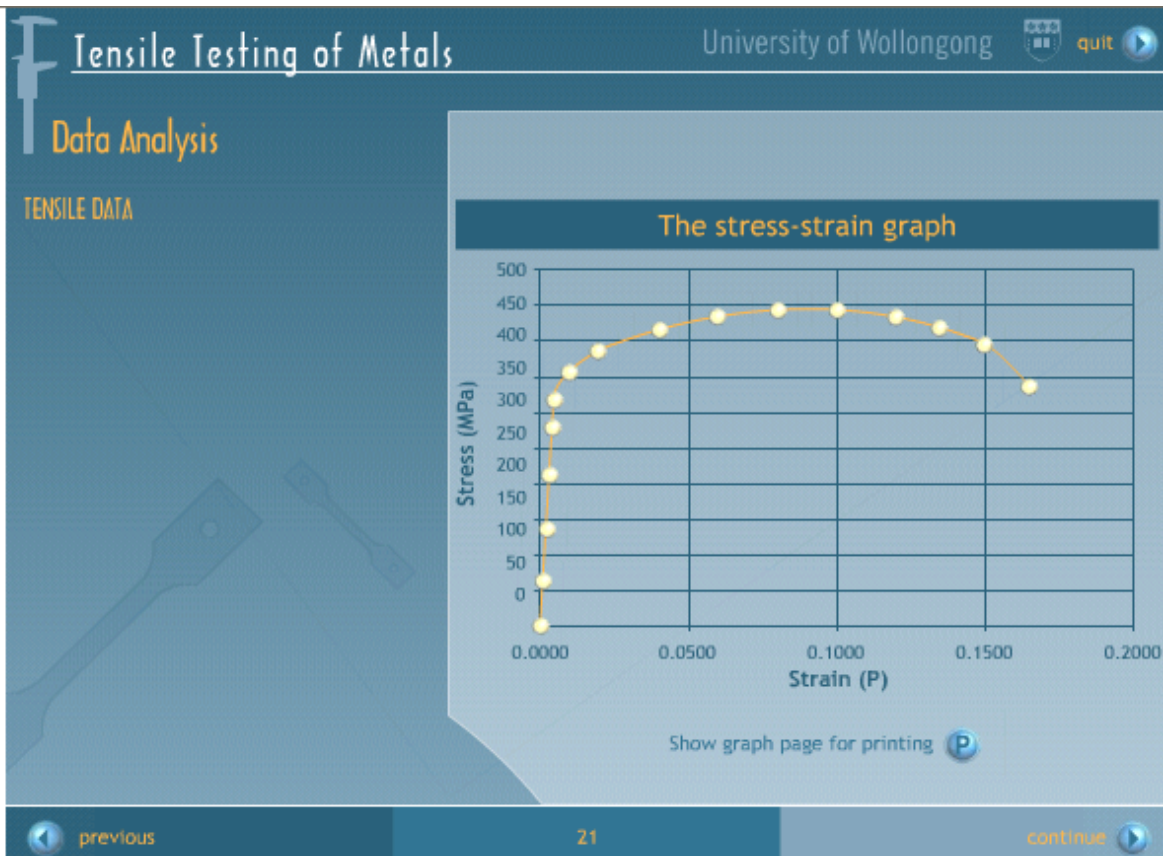
Plot

Basic Data for Calculating All Tensile Properties

Load (N)	Length (mm)	Extension (mm)	Stress (MPa)	Strain
0	66.50	0.00	0.00	0.0000
1353	66.57	0.07	67.87	0.0010
2788	66.63	0.13	139.81	0.0020
4265	66.70	0.20	213.89	0.0030
5613	66.77	0.27	281.48	0.0040
6351	66.83	0.33	318.52	0.0050
7090	67.17	0.67	355.56	0.0100
7625	67.83	1.33	382.41	0.0200
8271	69.16	2.66	414.81	0.0400
8530	70.49	3.99	427.78	0.0600
8733	71.82	5.32	437.96	0.0800
8770	73.15	6.65	439.81	0.1000
8511	74.48	7.98	426.85	0.1200
8271	75.48	8.98	414.81	0.1350
7865	76.48	9.97	394.44	0.1500
6720	77.47	10.97	337.04	0.1650
0	77.10	10.60	0.00	0.1594

Width 12.62 mm
Thickness 1.58 mm
Length 66.5 mm
Area 19.94 mm²
Final Length Value 77.10 mm
Tensile Strength MPa
Elastic Modulus GPa
Yield Strength (0.2%) MPa
%EL %

Values for 2024 - T351 alloy



Tensile Testing of Metals University of Wollongong

Data Analysis

TENSILE DATA

Excellent!

This is the end of the simulation.

Go on to answer a few questions testing your understanding of the work.

Basic Data for Calculating All Tensile Properties

Load (N)	Length (mm)	Extension (mm)	Stress (MPa)	Strain
0	66.50	0.00	0.00	0.0000
1353	66.57	0.07	67.87	0.0010
2788	66.63	0.13	139.81	0.0020
4265	66.70	0.20	213.89	0.0030
5613	66.77	0.27	281.48	0.0040
6351	66.83	0.33	318.52	0.0050
7090	67.17	0.67	355.56	0.0100
7625	67.83	1.33	382.41	0.0200
8271	69.16	2.66	414.81	0.0400
8530	70.49	3.99	427.78	0.0600
8733	71.82	5.32	437.96	0.0800
8770	73.15	6.65	439.81	0.1000
8511	74.48	7.98	426.85	0.1200
8271	75.48	8.98	414.81	0.1350
7865	76.48	9.97	394.44	0.1500
6720	77.47	10.97	337.04	0.1650
0	77.10	10.60	0.00	0.1594

Width	12.62 mm
Thickness	1.58 mm
Length	66.5 mm
Area	19.94 mm ²
Final Length Value	77.10 mm
Tensile Strength	440 MPa
Elastic Modulus	70 GPa
Yield Strength (0.2%)	335 MPa
%EL	15.9 %

Values for 2024 -T351 alloy

previous 22 continue

Terminado el ensayo virtual de tracción es posible comparar los resultados y la información obtenida con la que obtendríamos realizando el mismo ensayo de forma real en el laboratorio.

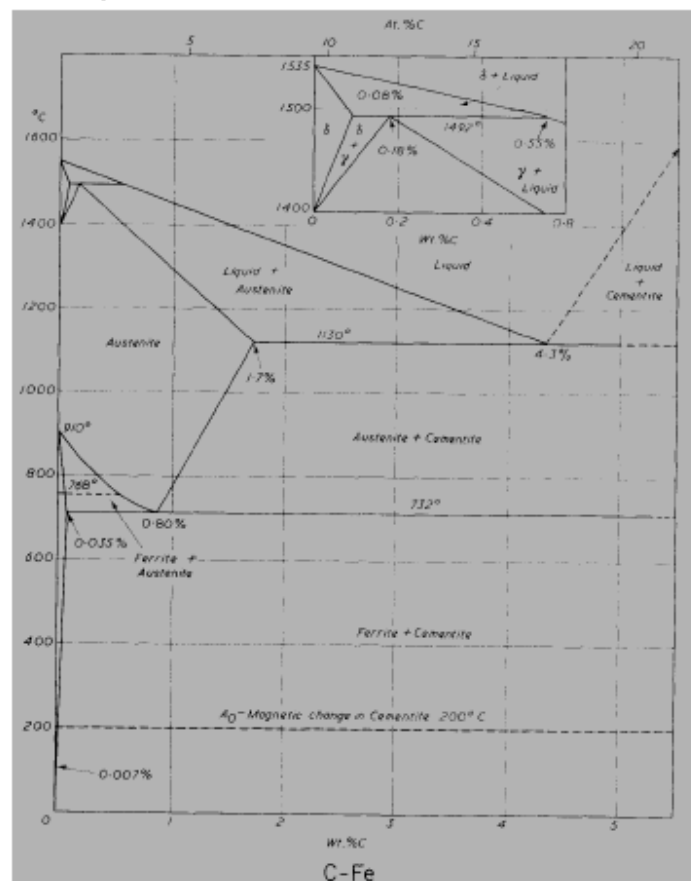
De esta manera,

- el objetivo del ensayo según el guión propuesto es obtener las propiedades mecánicas del material ensayado. En este sentido el ensayo virtual permite al alumno alcanzar el objetivo inicial ya que el análisis de los datos que la propia simulación realiza al final del ensayo, proporciona los valores de la resistencia a la tracción máxima de la probeta, el límite elástico y el módulo de Young.
- el alumno, durante la realización del ensayo virtual, ha podido cotejar las diferencias existentes entre las curvas de tensión nominales y reales
- el ensayo virtual ha permitido al alumno obtener información acerca de la ductilidad y la tenacidad y qué mecanismos intervienen en cada caso

Después de este análisis se concluye que en este segundo ejemplo el ensayo virtual funciona también muy bien, proporcionando al alumno información muy útil que permite ser contrastada con los valores ya tabulados. Del mismo modo permite extraer conclusiones tan significativas como las que cabría esperar en un ensayo real.

EL ENSAYO DE DUREZA

- Conferir als diferents elements les característiques mecàniques desitjables per obtenir les prestacions necessàries en servei.
- Facilitar operacions intermèdies dins del procés global, com el conformat o mecanitzat, etc.
- Homogeneïtzar les concentracions dels elements químics en aliatges que en determinats casos tenen una distribució heterogènia com succeeix freqüentment en peces solidificades en un motlle, solidificació fora de l'equilibri.
- Eliminar les tensions produïdes en processos anteriors de conformació en fred, soldadura, etc.



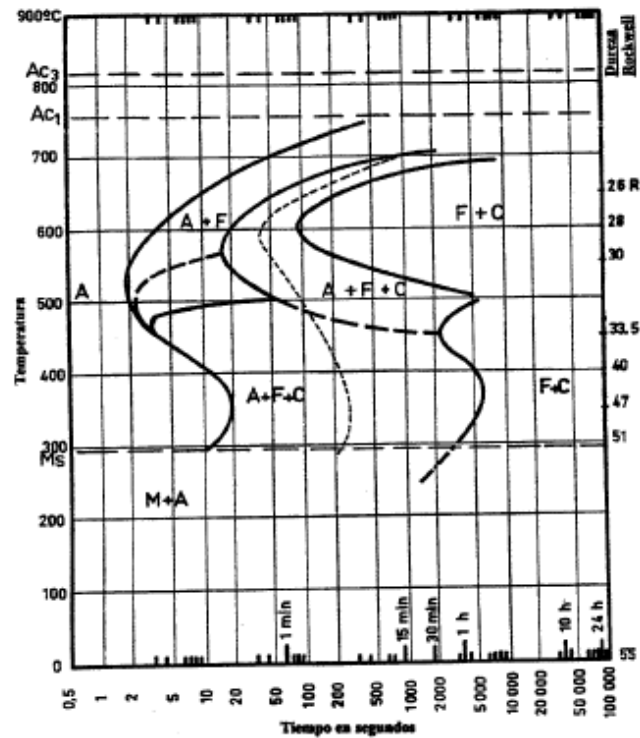


Fig. 8.25 Curvas T.T.T. de un acero de 0.45 % C y 1.50 % Mn.
(Tamaño de grano n° 10 A.S.T.M.)

Objectius de la pràctica:

- Mesurar la duresa d'un acer sotmès a diferents tractaments tèrmics.
- Relacionar la duresa obtinguda amb el tractament tèrmic realitzat a l'acer.
- Observar la diferència entra la duresa d'un coure treballat en fred i un altre de recuit, i comprendre els mecanismes que donen lloc a aquestes diferències.

Redacció de l'informe de pràctiques:

L'informe ha de contenir els següents apartats:

1. Objectius
2. Breu introducció: enduriment i tractament tèrmics dels acers.

3. Part experimental: descriure els aparells utilitzats per realitzar la pràctica i els diferents materials assajats.
4. Resultats
5. Discussió: incloure la discussió dels resultats, comparant-los amb les micrografies.
6. Conclusions
7. Bibliografia

Part experimental:

Composició química F-114 UNE (1045 AISI).

%C = 0.43-0.50 %Mn = 0.60-0.90 %P_{max} = 0.04 %S_{max} = 0.050

Relació de mostres

fitxer	Tractament tèrmic	Augments	reactiu
1a	Rebut: laminat en fred	100	Nital 2%
1b	Rebut: laminat en fred	500	Nital 2%
1c	Rebut: laminat en fred	1000	Nital 2%
2a	Refredat dins del forn	100	Nital 2%
3a	Refredat a l'aire: Normalitzat	100	Nital 2%
4a	Recuit a 700°C durant 2 hores	500	Nital 2%
5a	Tremp en aigua	200	Nital 2%
5b	Tremp en aigua	500	Nital 2%
6a	Tremp en aigua	200	Picral 2%
7a	Tremp en oli i revingut	500	Nital 2%

Resultats:

Féu una taula amb els diferents valors de duresa i tractaments.

EL ENSAYO DE DUREZA “VIRTUAL”

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

Para acceder al ensayo de dureza virtual propuesto el alumno deberá ir al enlace siguiente.

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=149&pageid=2081271514>

Dicho enlace da acceso a la página que muestra la captura siguiente y que permite al alumno elegir entre diversas opciones. Entre ellas destacan la posibilidad de simular un ensayo Vickers o un ensayo Brinell (cuya realización es muy sencilla siguiendo simplemente las instrucciones PASO A PASO que la simulación proporciona), o de observar los resultados que generalmente se desprenden de este tipo de ensayos.

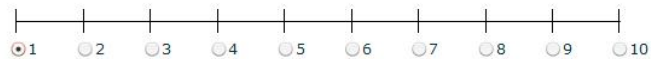
1. Ensayo de dureza: introducción
2. ¿Qué es la dureza?
3. Cómo medir dureza I
4. Cómo medir dureza II
5. Ensayos comunes de dureza
6. Ensayo Vickers de dureza
7. Ensayo Brinell de dureza
8. Aplicaciones de los resultados de ensayos de dureza
9. Ensayo de dureza: resumen

¿Qué es la dureza?

<< Anterior | Siguiente >>

La dureza de cualquier sustancia es muy fácil de definir en términos simples, por ejemplo, es evidente que la tiza es más blanda que el acero con sólo tocarla o rayarla. Esta propiedad refleja la capacidad de resistir la deformación plástica. Este simple método relativo de comparación de dureza fue originariamente convertido en una escala cuantitativa por Mohs. Esta escala comparaba la dureza utilizando un ensayo de rayado en el cual una sustancia es considerada más dura que otra si puede rayar la sustancia más blanda. En este esquema, el talco es la sustancia más blanda, valuado en 1, mientras el diamante, que rayará todas las otras sustancias, está valuado en 10. Sin embargo, los usos más sofisticados de los materiales indicaron que se necesitaba una escala de dureza más refinada, particularmente porque en la escala de Mohs la mayoría de los metales y aleaciones tienen una calificación similar.

Haga click en la escala de dureza Mohs para ver la imagen



Talco

Nota: sólo están evaluados los minerales porque la escala de Mohs surgió para uso en mineralogía. No existe ninguna relación entre el número de Mohs y la dureza metalúrgica.

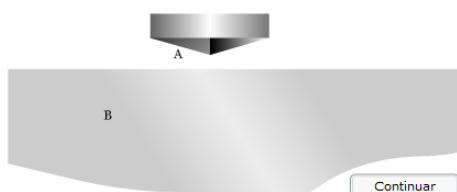
Cómo medir dureza I

<< Anterior | Siguiente >>

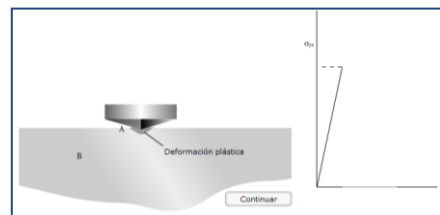
Se puede medir la dureza prensando o penetrando un material en otro con una fuerza mecánica conocida. Dado que la capacidad de un material para resistir la deformación está relacionada con su límite de fluencia y su capacidad de endurecimiento por deformación, al utilizar tal comparación se mediría la dureza relativa. Usar un material muy duro como el diamante en el penetrador, significa que la deformación está restringida al material en evaluación.

Actualmente existen muchos de estos ensayos. Todos hacen uso del concepto de que la dureza es una medida de la habilidad del material para resistir la deformación plástica. Es evidente que para una fuerza dada el tamaño de la impresión será proporcional al límite de fluencia de la sustancia.

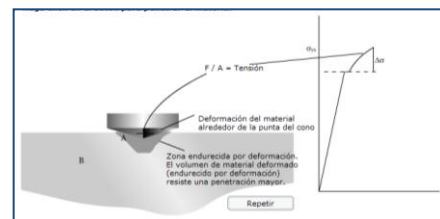
Haga click en el botón para penetrar el material



Continuar



Continuar



Repetir

Ensayo Vickers de dureza

<< Anterior | Siguiente >>

Usted debería ahora hacer click en el enlace para abrir el ensayo de dureza de Vickers en una nueva ventana.



Ensayo de dureza

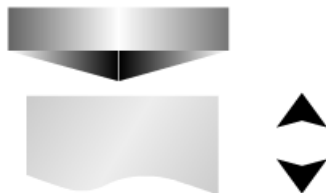
¿Sobre qué acero quiere usted realizar el ensayo de dureza?

- ☐ Acero para chapa de buques - ya preparado
- ☐ Endurecim. por recocido
- ☒ Barra de acero de alto carbono
- ☐ Acero de alta resistencia y baja aleación

Proceda a realizar un ensayo de dureza en su acero.
Ahora presione "Siguiente"

Posicione la probeta para que la misma entre en contacto con el penetrador de diamante:

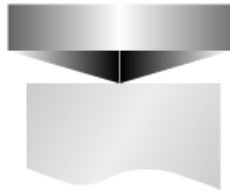
- Utilice las flechas para arriba y para abajo para subir o bajar la probeta
- Una vez que haya sido posicionada correctamente, se le permitirá continuar



Continuar

Ensaye la probeta:

- Seleccione la carga desde el menú desplegable provisto
- Espere hasta que el tiempo de permanencia se haya completado
- Presione "Continuar" para ver la impresión resultante



Precisar carga / k ▾

Precisar carga / kg

5

10

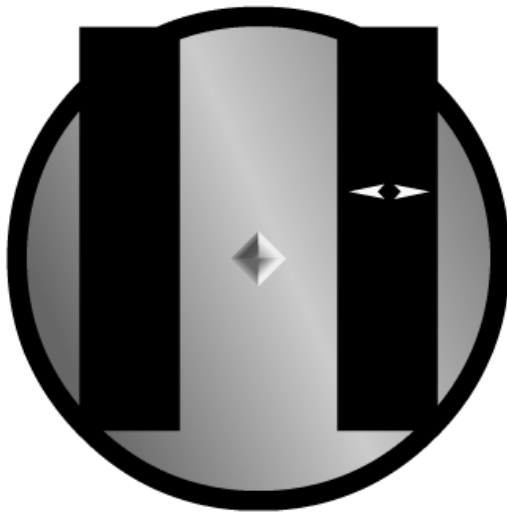
30

Tiempo de espera / sec

Continuar

Mida la longitud diagonal de la impresión

- Alinee el dispositivo de medición
- Arrastre el "filo de cuchilla" en la derecha al borde de la indentación
- Convierta el tamaño de la impresión medida en dureza Vickers
- Salve sus resultados (si fuera el caso)



Centrar el dispositivo de medición

Ver dureza Vickers

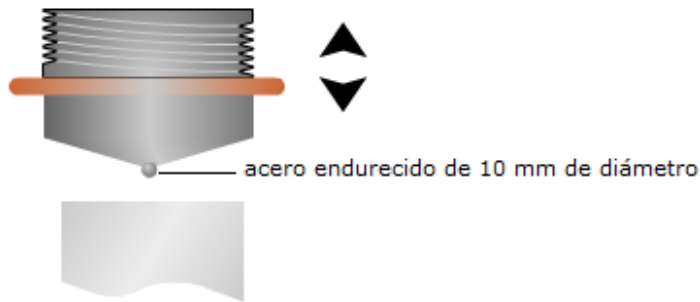
Reinicie para otra probeta de acero

Ensayo Brinell de dureza

<< Anterior | Siguiente >>

Posicione la probeta para que la misma entre en contacto con el penetrador de bola:

- Utilice las flechas para arriba y para abajo para subir o bajar el penetrador de bola
- Una vez que haya sido posicionada correctamente, se le permitirá continuar



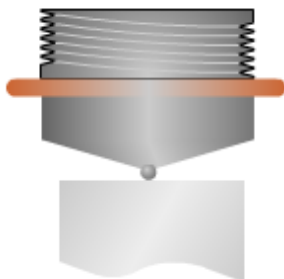
Continuar

Ensayo Brinell de dureza

<< Anterior | Siguiente >>

Ensaye la probeta:

- Aplique la carga utilizando el botón provisto
- Espere hasta que el tiempo de permanencia se haya completado
- Presione "Continuar" para ver la impresión resultante



Aplicar carga

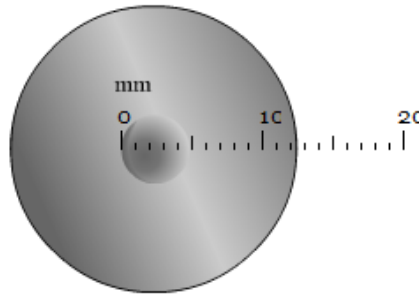
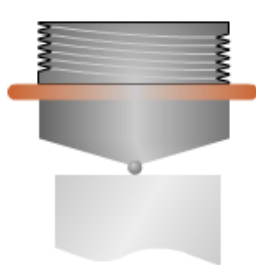
Tiempo de espera / sec 15

Continuar

Ensayo Brinell de dureza

<< Anterior | Siguiente >>

Mida el diámetro de la impresión



Ver dureza Brinell

Ingrese el diámetro de la impresión

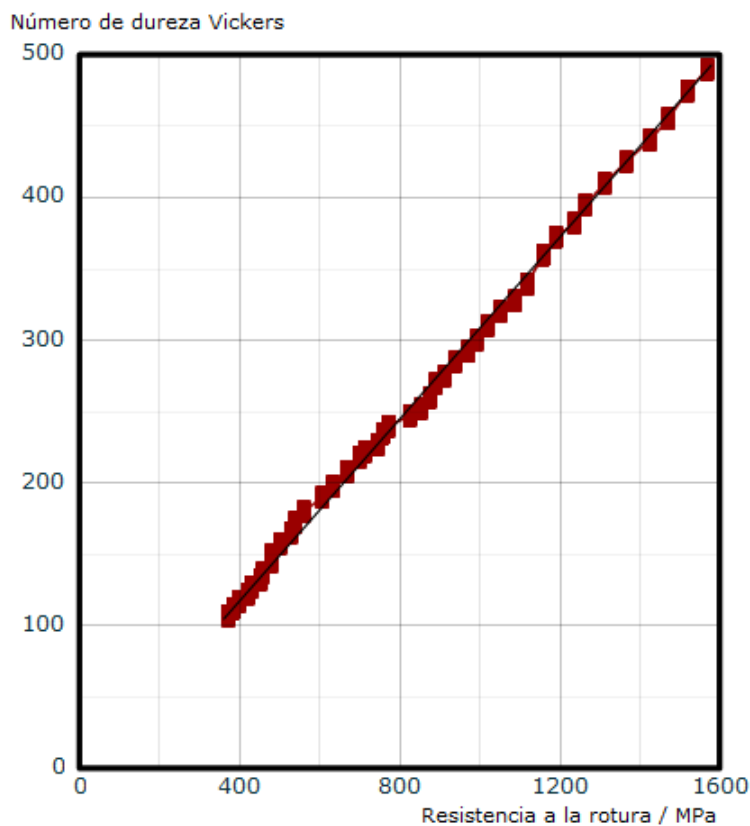
Recomenzar

Aplicaciones de los resultados de ensayos de dureza

<< Anterior | Siguiente >>

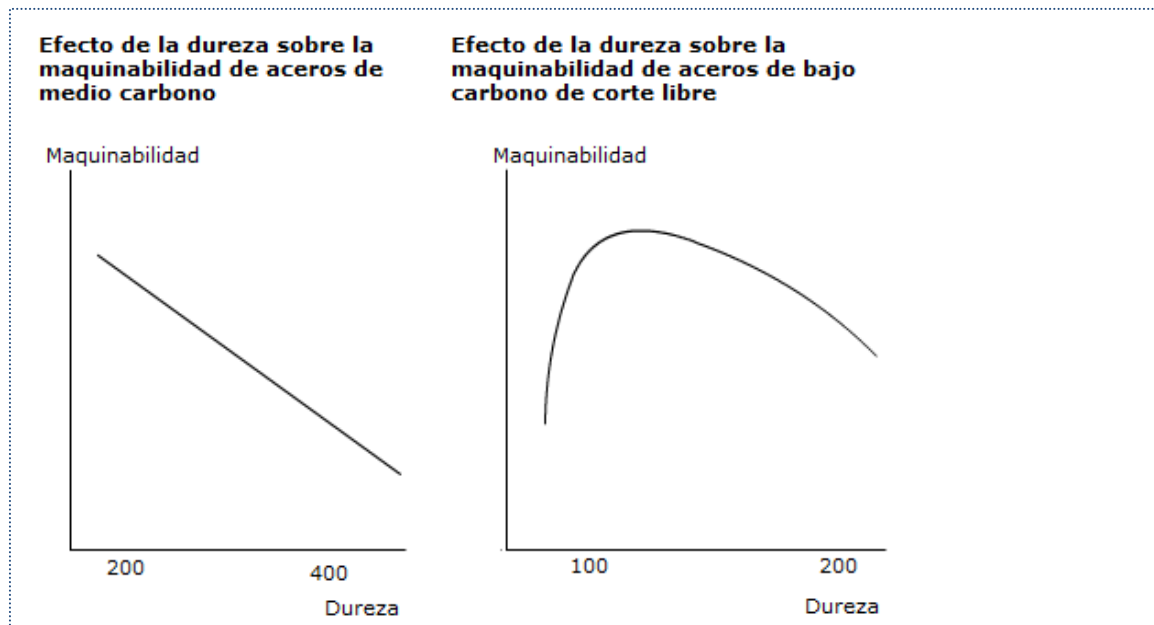
La dureza de un acero está fuertemente relacionada con su resistencia a la rotura.

Relación entre dureza Vickers y resistencia a la rotura



Una vez finalizados ambos ensayos de dureza e interpretando los resultados obtenidos en la gráfica de arriba el alumno debería ser capaz de extraer conclusiones como la íntima conexión que existe entre los mecanismos que controlan la resistencia y los que controlan la dureza de un material determinado. O saber entender la dureza como un indicador clave de la resistencia al desgaste de un acero.

Además, a partir de las gráficas que muestran la captura que viene a continuación, el alumno puede relacionar la dureza del material con su maquinabilidad, soldabilidad y conformabilidad, tres factores que necesita tener bien asimilados antes de empezar con el siguiente bloque, que hace referencia a la influencia de los tratamientos térmicos en las propiedades del material.



Como podrá comprobar a continuación, algunos tratamientos térmicos se realizan precisamente para mejorar estas tres propiedades, es decir, se realizan para conseguir un material más “apto” para ser manufacturado.

Influencia de los tratamientos térmicos en la dureza y otras propiedades de los aceros

Una vez realizados estos dos ensayos virtuales de dureza, el alumno también puede visitar de forma virtual algunos enlaces en los que podrá comprobar de forma interactiva como influyen los diversos tratamientos térmicos de los aceros en la dureza del material y en otras propiedades mecánicas importantes. Estos enlaces derivan del siguiente:

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=216&pageid=208127>

Tratamiento térmico: Introducción

[<< Anterior](#) | [Siguiente >>](#)

Generalidades

En este módulo usted examinará los diferentes métodos de Tratamiento Térmico, las razones detrás de su uso y sus efectos sobre el acero y sus propiedades. Usted comprenderá los principios del tratamiento térmico, que en definitiva apunta a mejorar las propiedades del acero.

Introducción

El tratamiento térmico del acero involucra a diversas etapas de procesamiento, incluyendo la austenización y el templeado. Estos son normalmente complementados por otros procesos de tratamiento térmico, tales como el recocido y los tratamientos superficiales. Los procesos de tratamiento térmico pueden llevarse a cabo en varios tipos de hornos, que difieren en características tales como presión, atmósfera, cantidad de cámaras, etc.

Los tratamientos térmicos superficiales son métodos utilizados para obtener una superficie dura y durable, pero con un núcleo tenaz. El tratamiento térmico también puede ser beneficioso para las propiedades mecánicas, como resultado de una estructura unificada, menor tamaño de grano, dureza incrementada y mejores propiedades superficiales.

Mientras las aplicaciones modernas se vuelven cada vez más desafiantes, las propiedades mecánicas mejoradas que proporcionan los tratamientos térmicos tienen cada vez mayor demanda. Por ejemplo, los aceros tratados térmicamente son utilizados como herramientas de trabajo en caliente y en aplicaciones diseñadas para diferentes tipos de tensiones aplicadas.

```

graph TD
    A[Componente] --> B[Austenización]
    B --> C[Templeado]
    C --> D[Recocido]
    D --> E[Aplicación]
  
```

La captura muestra la introducción al bloque virtual dedicado a los tratamientos térmicos de los aceros, un bloque interactivo con un contenido fundamental en el temario específico de Ingeniería de Materiales.

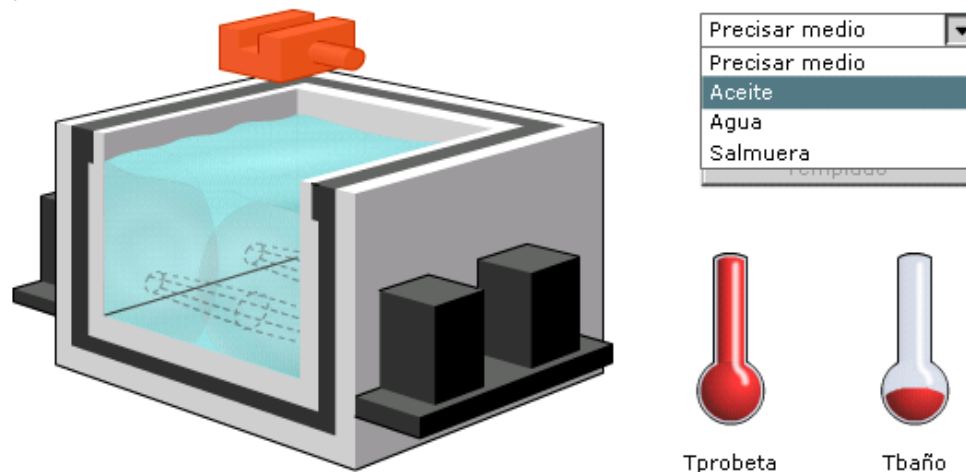
En la siguiente captura se muestra cómo el alumno puede elegir entre un medio de enfriamiento u otro y cuáles serán las consecuencias de su elección por lo que respecta a las propiedades mecánicas del material y su aptitud para ser trabajado posteriormente

Endurecimiento: Introducción

<< Anterior | Siguiente >>

El endurecimiento puede realizarse por un enfriamiento rápido, que también se conoce como templeado. Durante el templeado, no existe tiempo suficiente para la descomposición, controlada por difusión, de la austenita en ferrita y perlita y, en cambio, una transformación sin difusión tiene lugar donde se forma martensita.

Elija un medio de enfriamiento seguido de una velocidad de mezcla de los casilleros provistos.



Durante el templeado se puede utilizar un medio de enfriamiento como aceite, agua, polímero o baño de sales. Otros medios incluyen soluciones de salmuera, soluciones cáusticas, metales o niebla de agua, algunos de los cuales sólo pueden usarse bajo ciertas condiciones.

Agitación	Intensidad de diferentes medios de enfriamiento (valor-H)		
	Aceite	Agua	Baño de sales
Sin agitación	0,25 - 0,30	0,9 - 1,0	2,0
Suave	0,30 - 0,35	1,0 - 1,1	2,0 - 2,2
Moderada	0,35 - 0,40	1,2 - 1,3	
Buena	0,4 - 0,5	1,4 - 1,5	
Fuerte	0,5 - 0,8	1,6 - 2,0	
Extrema	0,8 - 1,1	4,0	

Revenido austenítico (Austempering)

<< Anterior | Siguiente >>

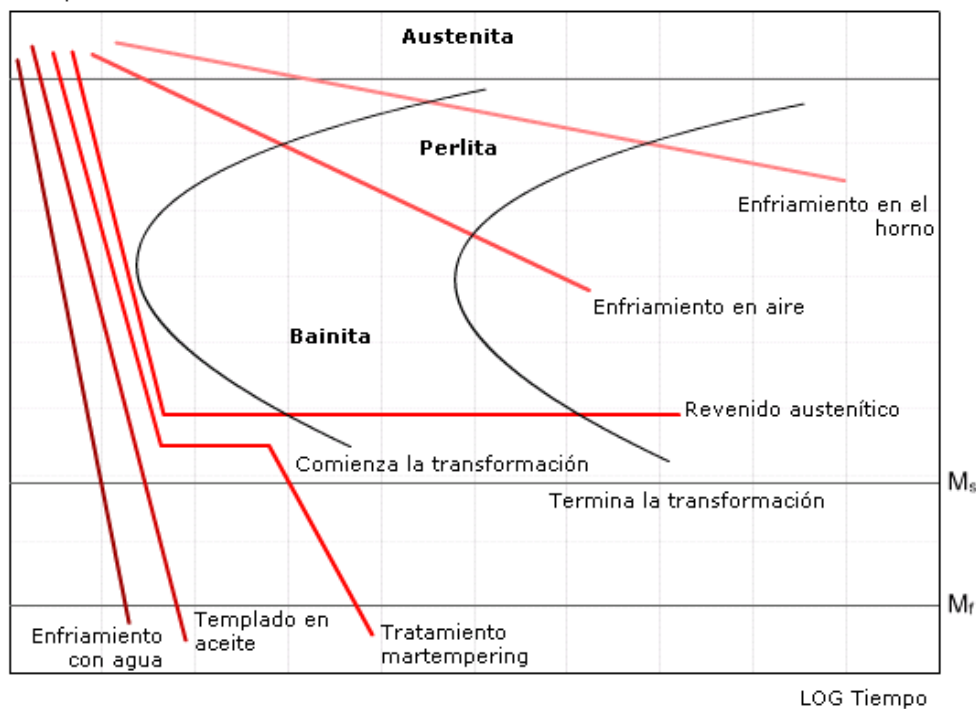
El revenido austenítico (austempering) tiene lugar a temperaturas situadas entre los rangos de temperatura de formación de perlita y de martensita.

Cuando se lo compara con los métodos tradicionales de templado y revenido, los beneficios del revenido austenítico son: mayores resistencias al impacto y ductilidad mejorada.

Las etapas del revenido austenítico son:

- ◊ Un componente es inicialmente calentado en la región austenítica;
- ◊ Luego del calentamiento el componente es rápidamente enfriado por templado y luego es mantenido en un baño de sales en un rango de temperaturas de 200-420 °C;
- ◊ Luego del baño de templado el componente es enfriado a temperatura ambiente;
- ◊ La estructura resultante del revenido austenítico es 100% bainita.

Temperatura



M_s Comienza la transformación de la martensita

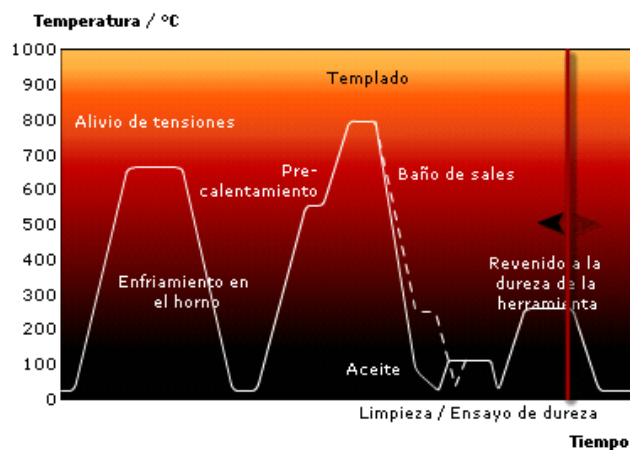
M_f Termina la transformación de la martensita

La limitación del revenido austenítico es que sólo puede ser aplicado a componentes delgados, que puedan ser enfriados lo suficientemente rápido para suprimir la transformación perlítica.

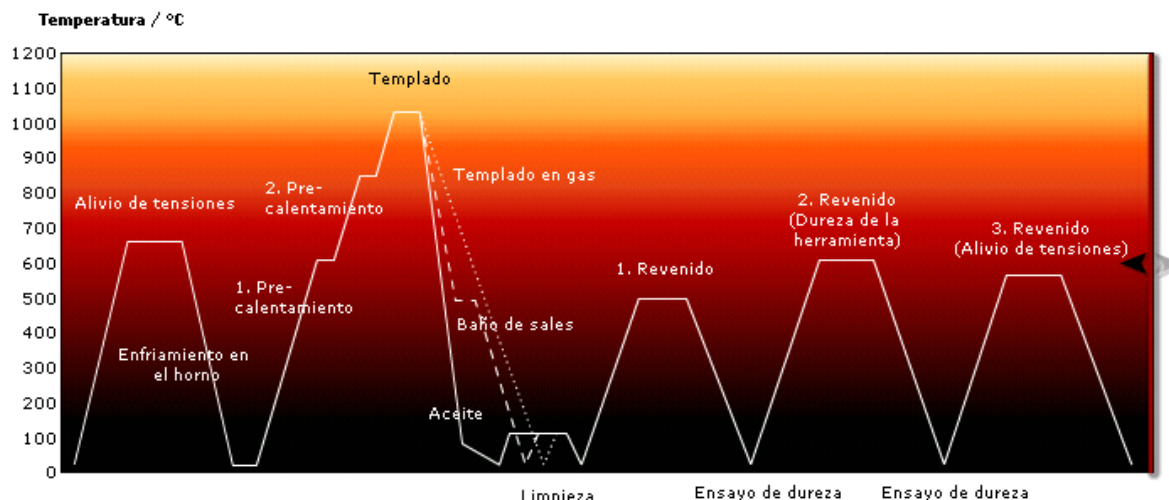
ACEROS PARA HERRAMIENTAS

Aquí el alumno puede comprobar en base a qué se clasifican los distintos aceros para herramientas. Puede arrastrar las líneas verticales presentes en estos gráficos para descubrir los distintos pasos del proceso

- Aceros para herramientas de trabajo en frío, que se utilizan en conformado y en forjado en frío:

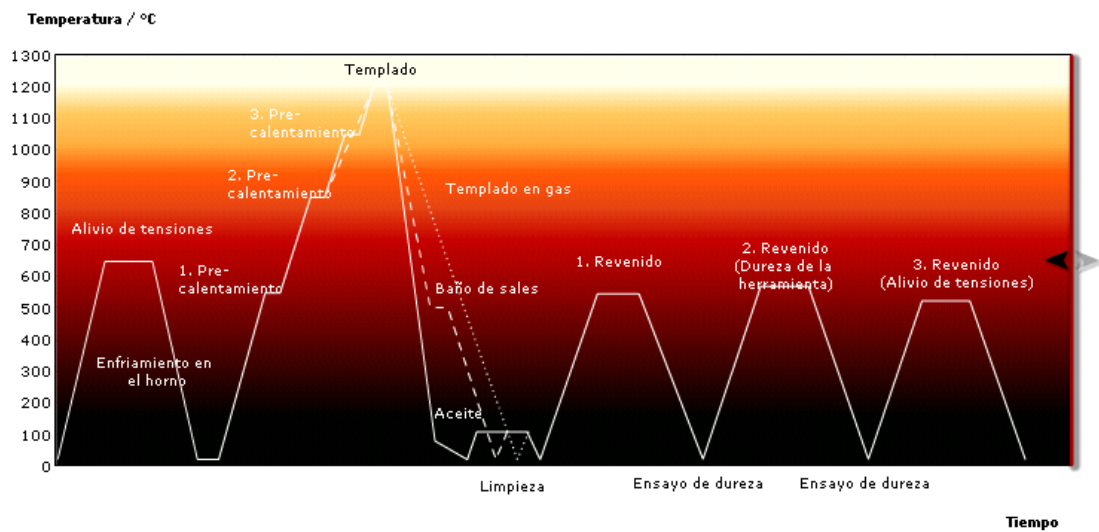


- Aceros para herramientas de trabajo en caliente que poseen un bajo contenido de carbono. Debido al bajo contenido de carbono, se elimina la tendencia del acero a la fisuración por shock térmico. El rendimiento de los aceros para herramientas de trabajo en caliente puede mejorarse con elementos de aleación, tales como el Cr, Mo, Si, etc. Los aceros para herramientas de trabajo en caliente son utilizados para matrices de fundición y de forjado y también para cilindros y pistones:



LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

- Los aceros rápidos poseen un alto contenido de carbono y carburos especialmente duros en su estructura. Los aceros rápidos se usan para maquinado, es decir, desbaste, corte, etc:



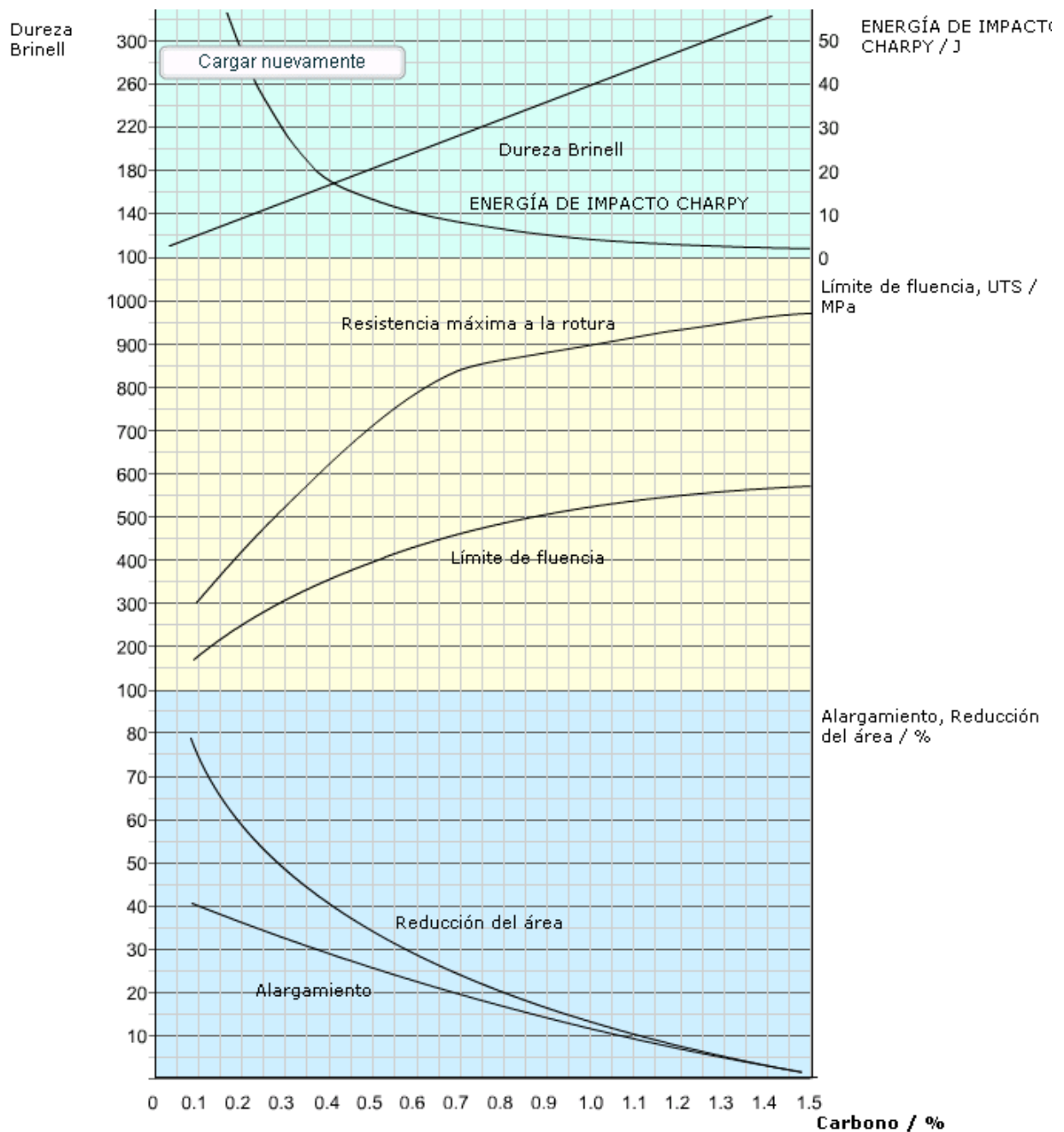
A través del siguiente hipervínculo se puede tener acceso a ver los diferentes tipos de acero (al carbono, de aleación, cementados, etc.), así como a la relación importantísima existente entre estructura-propiedades, la relación entre contenido C y estructura, la compatibilidad entre %C y los tratamientos térmicos a realizar, etc.

<http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=115&pageid=2081271922>

Estas son algunas capturas que ilustran cómo puede el alumno interactuar con el software de simulación durante esta sesión virtual:

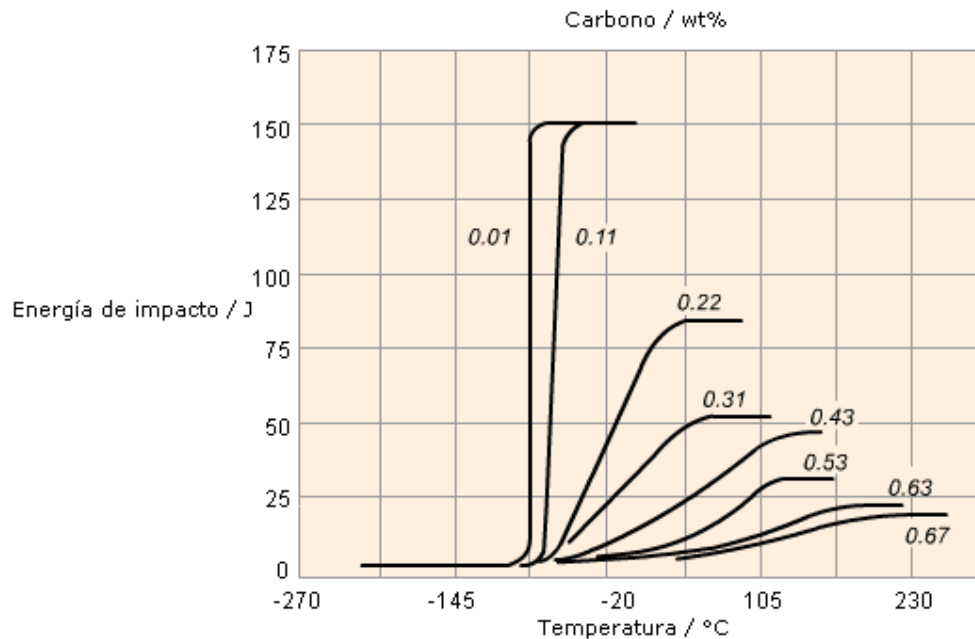
EFFECTO DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LAS PROPIEDADES I

Aquí el alumno puede ver cómo afecta el contenido en C en la resistencia, ductilidad y tenacidad del acero, analizando el gráfico y respondiendo a una serie de preguntas interactivas que formula la propia página Web. Además, también puede hacer clic en recargar para iniciar de nuevo la animación



EFECTO DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LAS PROPIEDADES III

En este caso, el alumno puede analizar el siguiente gráfico que muestra los resultados de ensayos de impacto Charpy de aceros con distintos contenidos en C y luego responder las siguientes preguntas. A través de este tipo de actividades, se pretende que el alumno llegue a ser capaz de relacionar los diversos conceptos que ha ido asimilando en el laboratorio virtual.



Efectos del contenido de carbono en las curvas de energía-transición-temperatura para el acero

1. ¿Qué efecto tiene aumentar el contenido de carbono en el nivel de energía dúctil de un ensayo Charpy?

- ☐ Incremento ☐ Achicar ☐ Ningún efecto

2. ¿Qué efecto tiene aumentar el contenido de carbono en el nivel de energía frágil en un ensayo Charpy?

- ☐ Incremento ☐ Achicar ☐ Ningún efecto

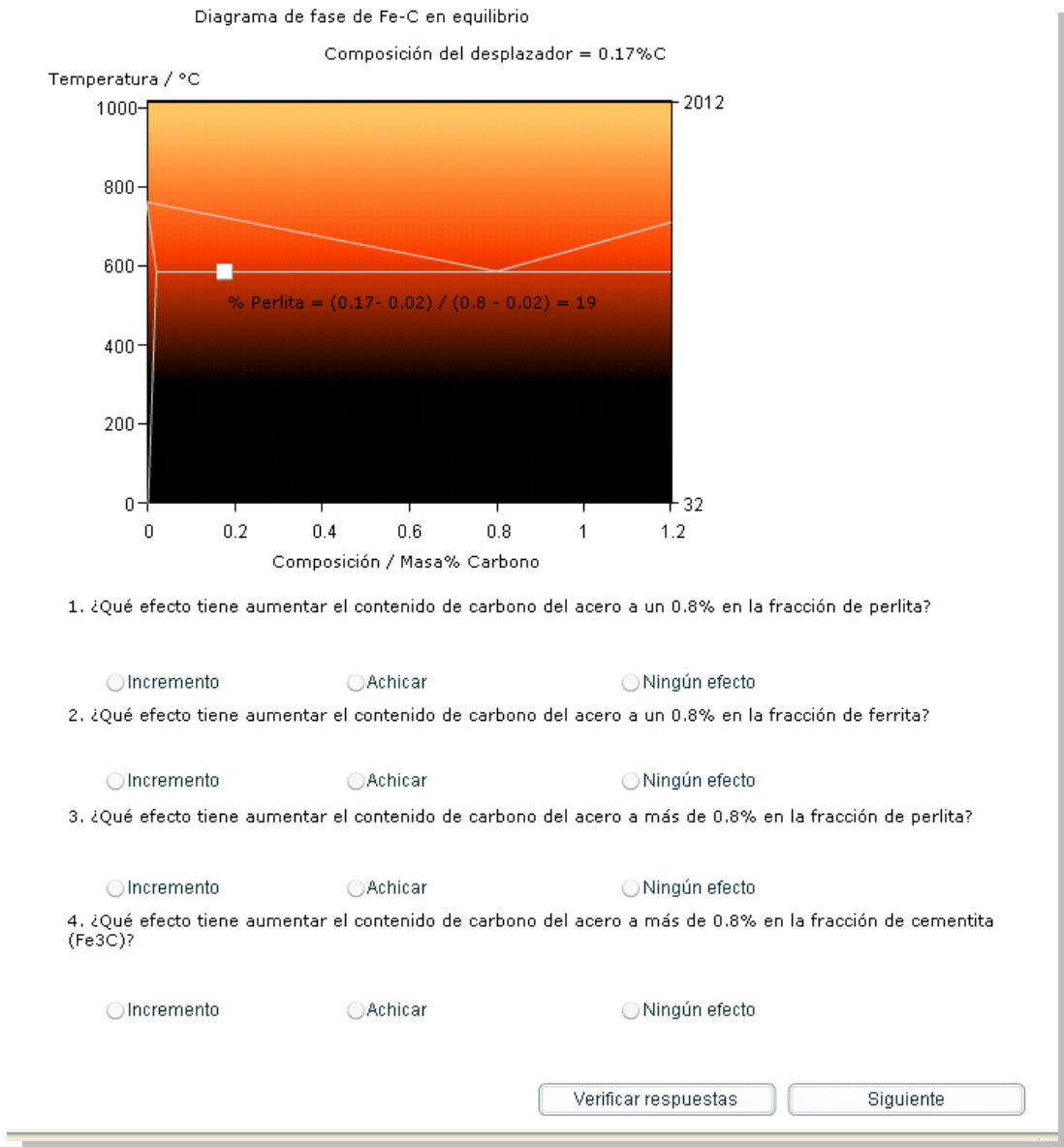
3. ¿Qué efecto tiene aumentar el contenido de carbono en la temperatura de transición dúctil/frágil en un ensayo Charpy?

- ☐ Incremento ☐ Achicar ☐ Ningún efecto

Verificar respuestas

LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

En la siguiente captura se muestra una parte del diagrama de equilibrio hierro-carbono, a partir del cual el alumno puede utilizar la Regla de la Palanca para determinar las proporciones relativas de perlita y ferrita en un acero que ha sido enfriado en condiciones de equilibrio. El alumno puede interactuar con la simulación deslizando el marcador a lo largo de la línea eutectoide para comprobar cómo el cambio de contenido en C afecta al contenido de perlita del acero

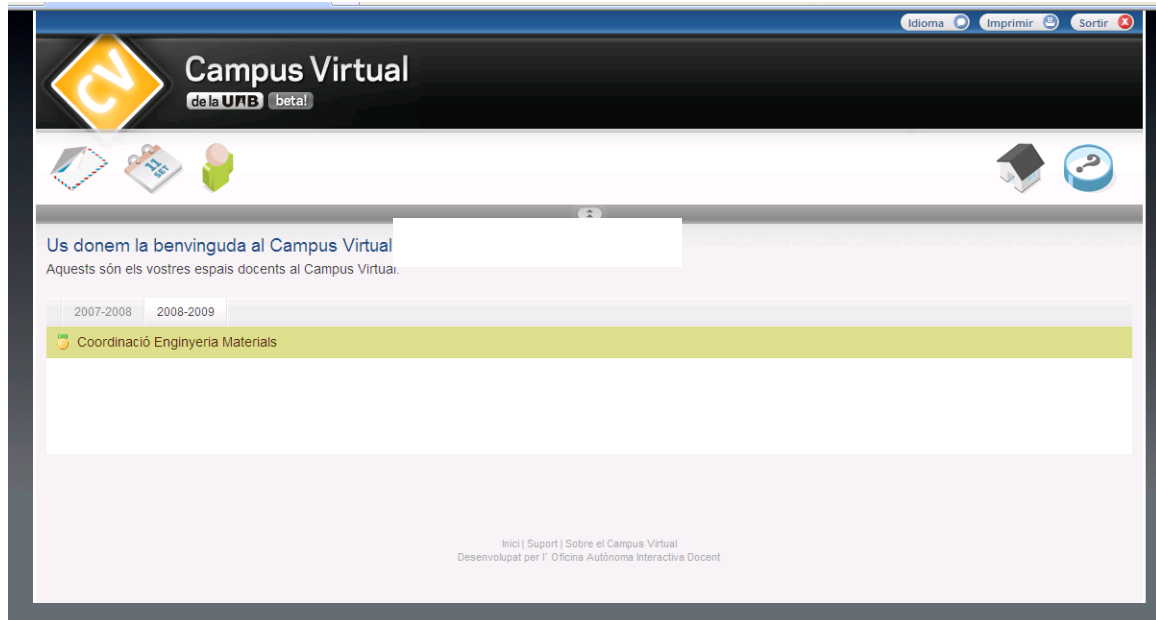


Para concluir se puede afirmar después de este bloque dedicado a los tratamientos térmicos de los aceros, que los recursos que ofrece Internet como complemento al temario específico de asignaturas como Transformaciones de fase, Obtención y preparación de materiales o Materiales metálicos, puede resultar muy interesante tanto desde el punto de vista del alumno, que puede asimilar conceptos clave de una forma con la que se siente muy identificado, como del tutor responsable de la asignatura, que puede encontrar en Internet un gran aliado.

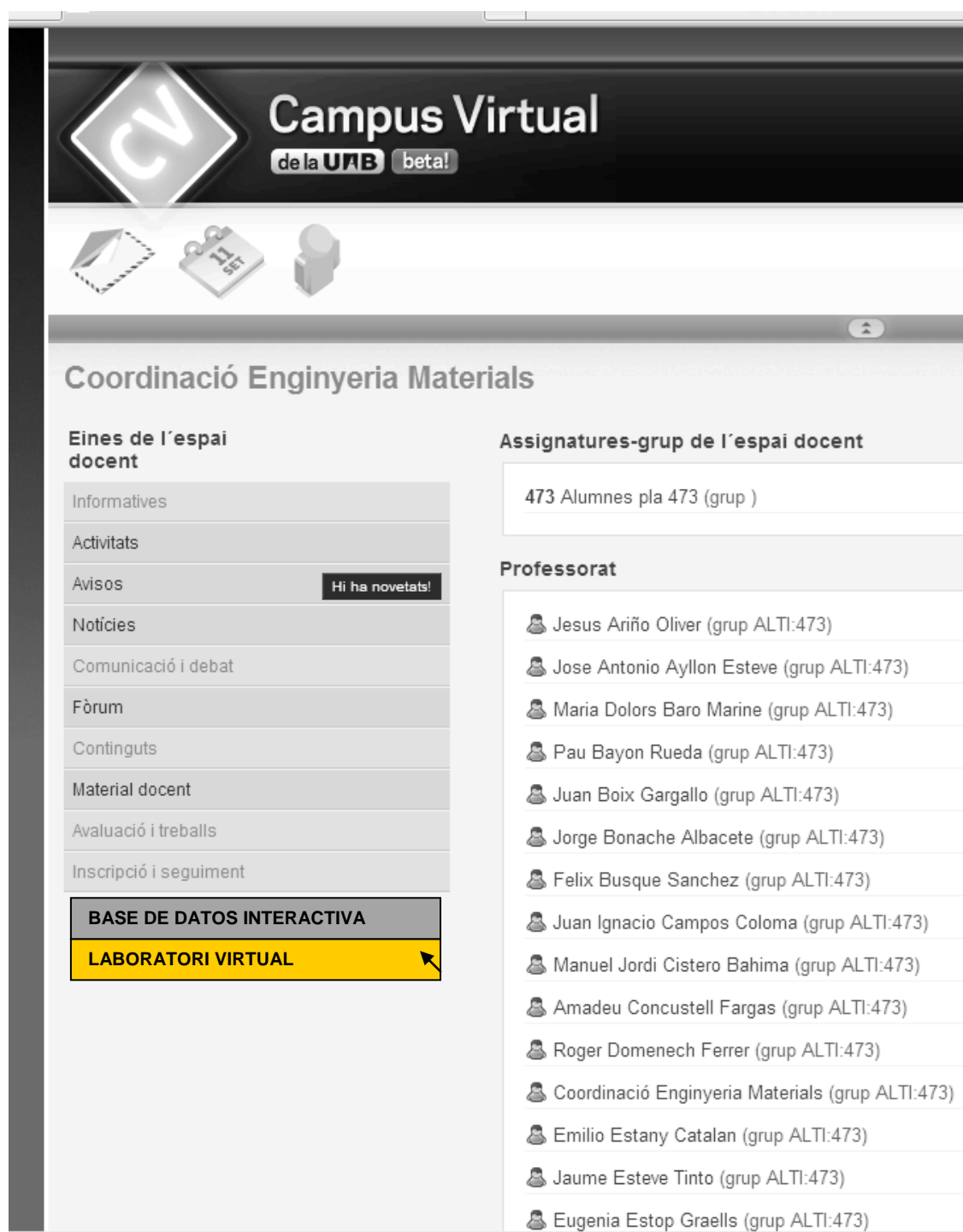
CÓMO SERÍA...

Una vez vistos estos 3 ejemplos acerca de cómo se realizaría un ensayo virtual queda describir cómo sería el acceso del alumno a esta serie de hipervínculos.

El alumno accedería al Campus Virtual de la misma forma que accede actualmente. En el apartado de COORDINACIÓN DE INGENIERÍA, que es donde actualmente se puede acceder para obtener información complementaria sobre algunos temas relacionados con Ingeniería de Materiales en general, encontraría una sección llamada LABORATORIO VIRTUAL. Dicha sección incluiría los diferentes ensayos virtuales disponibles a modo de hipervínculos que darían acceso directo a través de la WWW a la página Web adecuada en cada caso.

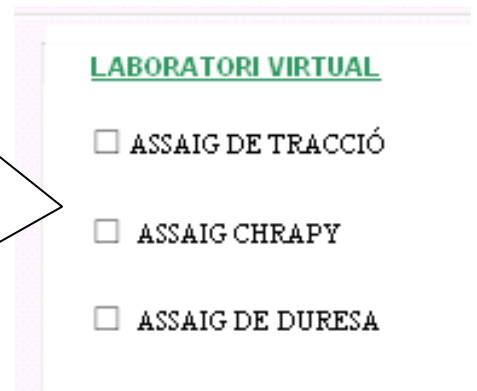
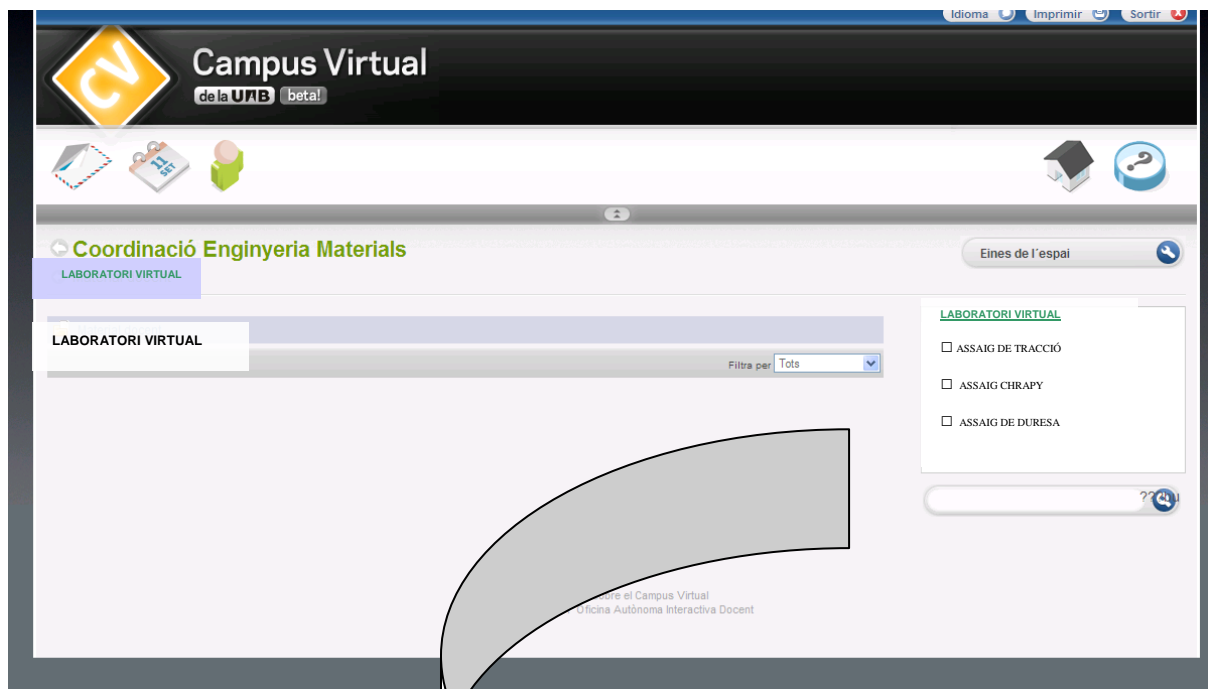


Aspecto que podría presentar la sección de Coordinación de Ingeniería de Materiales dentro del entorno Campus Virtual incluyendo la sección propuesta LABORATORIO VIRTUAL



LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

Haciendo clic sobre la pestaña descrita el alumno entraría en una subcarpeta en la cuál podría elegir la práctica virtual de su interés.



CONSIDERACIONES FINALES

Una vez concluido este estudio acerca de la utilización de los recursos que actualmente es capaz de proporcionar Internet para la enseñanza de la Ingeniería de Materiales, estamos en disposición de poder hacer una lectura sobre sus ventajas como recurso, así como sus virtudes y prestaciones como avance tecnológico.

Así pues, destacar una serie de conclusiones como son:

- El interface gráfico de usuario juega un papel fundamental en la percepción del usuario ya que condiciona la concepción del sistema y la interacción del alumno con el mismo a la hora de realizar el ensayo e interpretar sus resultados de una forma lo más intuitiva posible.
- La velocidad de ejecución resulta un factor determinante a la hora de valorar la utilización del sistema y su practicidad, ya que se trata de agilizar la realización de los diferentes ensayos en comparación con su realización física en el laboratorio.
- La organización y secuenciación de los contenidos es un aspecto muy importante desde el punto de vista del alumno, ya que éste no cuenta con un tutor a su lado durante la realización del ensayo. Esto implica que la realización del ensayo paso a paso ha de estar claramente bien expuesta.
- Los mecanismos de tutoría remota son valorados muy positivamente por parte de los alumnos por esta misma razón, al ver en ellos un mecanismo de atención permanente que garantiza una cierta personalización del proceso de aprendizaje.
- Los aspectos organizativos de este tipo de prácticas de simulación merecen una buena calificación por la disponibilidad de horarios y la posibilidad de realizar o repetir las prácticas fuera del horario lectivo y cuantas veces sea necesario.
- El sistema desarrollado para la simulación de ensayos a metales permite que los estudiantes aprecien, mediante la combinación de aplicaciones, videos, fotos y textos, el comportamiento de materiales dúctiles y frágiles durante los mismos y conozcan como se determinan propiedades mecánicas fundamentales de los metales al realizar el ensayo de forma virtual.
- Este sistema de Laboratorios Virtuales es de gran ayuda para dar cumplimiento al los objetivos educativos de la Resistencia de Materiales y otras asignaturas afines.
- Este sistema educativo basado únicamente en Internet como recurso es de gran utilidad para los centros que no cuentan con Laboratorios de Resistencia de Materiales, pero también tiene un gran valor como ayuda a la docencia en centros que sí cuentan con estas instalaciones, ya que se pueden analizar diferentes variantes sin necesidad de gasto de materiales.

Bibliografía

Canals, I., González, S., Pulido, G. Sistemas Tutores Inteligentes, Talleres de Núcleo Gráfico, S.A. de C.V., 1999.

Schwarz, E., Brusilovsky, P., Weber, G. World-Wide Intelligent Textbook, proceeding of ED-MEDIA 1996
<http://www.psychologie.uitrier.de:8000/projects/ELM/Papers/ESMEDIA-96.html>

Ambon, S. Hooper. Learning with interactive multimedia, Microsoft Press, Redmond, Washington, 1990.

Elliot, G., Jones, E., Cooke, A. Making sense: a review of hypermedia in higher education. Proceedings of ED-MEDIA'95, AACE, 1995.

Reader, W. Computer-based tools to support learning from hypertext: concept mapping tools and beyond. Computer in education, Vol. 22, pp. 99-106, 1994.

Y las siguientes Websites:

<http://www.ibercajalav.net/>

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Fisica_interactiva.htm

<http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/simulations.shtml>

<http://www.simquest.nl/>

<http://www.steeluniversity.org/>

http://www.uow.edu.au/cedir/progservs/samples/anim_ENGG153/index.htm

El presente trabajo describe la planificación y posterior puesta en marcha de distintos mecanismos para la realización de prácticas de simulación con ordenador a modo de asignatura virtual. Los contenidos pertenecen a distintas áreas de conocimiento del plan de estudios relativo a la Ingeniería de Materiales.

Primeramente se hace un análisis de las causas que motivaron la realización del mismo, así como de las posibilidades y necesidad de utilización de los Laboratorios Virtuales en la enseñanza contemporánea. Posteriormente se presenta el sistema desarrollado, sus características y posibilidades de utilización

El objetivo del trabajo es doble: por un lado, crear una base de datos interactiva de consulta con la finalidad de que el alumno pueda asentar conceptos clave necesarios para cursar la titulación con éxito; por otro, crear un servidor de prácticas de simulación por computador haciendo uso de la World Wide Web y que permita a los alumnos acceder a las prácticas de forma remota, con las múltiples ventajas, tanto educativas como económicas, que ello supondría.



PEDRO MARÍN FERRER



El sotasignat, en Santiago Suriñach i Cornet, fa constar que ha fet el seguiment des dels seus inicis, mitjançant tutories, del projecte de fi de carrera concloent a la titulació d'Enginyeria de Materials amb el títol:

“LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALMENTE EXISTENTES EN INTERNET PARA LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA DE MATERIALES”
de l'alumne **PEDRO MARÍN FERRER**.

Al mateix temps, considerant que és apte, autoritza la seva presentació i posterior defensa.

I per que així consti, signa la present, a Cerdanyola del Vallès, a 2 de febrer de 2009.



Santiago Suriñach